Guide pour le montage de projets de petite hydroélectricité

CONNAÎTRE POUR AGIR
Guides et cahiers techniques

ADEME



Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie



Guide

pour le montage de projets de petite hydroélectricité

ADEME

MARS 2003

AUTEURS DU DOCUMENT

Conception et textes

Jean-Marc PAGÈS

GEOKOS CONSULTANTS
Immeuble Proxima Bat C
47 allée du Rouergue
31770 COLOMIERS

Conception graphique

Eric SUPPARO
Bruno LAFAGE

ACT'IMAGE
6 Impasse Couzinet
31500 TOULOUSE

Collaboration et relecture

Jacques ETIENNE
Thierry VALET

Photographies

Jacques ETIENNE
Jean-Marc PAGÈS

Coordination technique

Mila GALIANO

ADEME / DBER-DER
VALBONNE

Coordination éditoriale

Pôle Communication

ADEME / DBER-DER
VALBONNE

Impression

EDITIONS ROULAND

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS



Depuis l'antiquité, les hommes ont essayé de domestiquer la force de l'eau. On a retrouvé des traces d'ouvrages hydrauliques, datant de 3000 ans avant notre ère, issues de la civilisation mésopotamienne.
Au cours de l'histoire, cette forme d'énergie connut alternativement des phases de prospérité et des phases de déclin. Un progrès décisif fut effectué au XIX° siècle, lorsque l'énergie mécanique fournie par les cours d'eau put être utilisée pour la production d'électricité. La turbine, la génératrice électrique, le transformateur, ont permis à cette époque de produire industriellement de l'électricité.

Au XX° siècle, et notamment dans la période 1920-1960, l'hydroélectricité connaît un développement spectaculaire en France. En 1962, la moitié de la production française d'électricité est d'origine hydraulique. Mais ce développement va s'arrêter ensuite, notamment à cause d'une mauvaise image des grands barrages construits dans la période d'après guerre, des problèmes environnementaux générés et de la réduction du nombre de sites disponibles.
Cependant, l'hydroélectricité possède des atouts de taille ; il s'agit d'une énergie renouvelable, stockable éventuellement, qui ne produit pas de gaz à effet de serre.
Dans le cadre des accords de Kyoto signés en 1997, l'Union Européenne s'est engagée à réduire les émissions de gaz à effet de serre à leur niveau de 1990. Pour ce faire, une utilisation accrue des énergies renouvelables est primordiale. Pour la France, le taux de couverture de la consommation d'électricité par les énergies renouvelables atteint aujourd'hui 15 % et doit passer à 21 % en 2010.
Le respect de l'objectif fixé par la Directive Européenne passe, en partie et en complément d'autres énergies renouvelables, par une relance de la petite hydroélectricité.

Ce guide vise à aider les porteurs de projets de petite centrale hydroélectrique (PCH), tant pour les aspects techniques, économiques qu'environnementaux. Il prend en compte les nouvelles procédures, les nouvelles réglementations apparues notamment en matière d'environnement, dans la période 1980-2000 .

Il s'adresse à plusieurs catégories d'acteurs :

- **aux porteurs de projets de PCH, privés, collectivités locales, entreprises, etc.**
- **aux services administratifs chargés d'instruire les projets,**
- **aux associations de protection de l'environnement,**
- **aux syndicats professionnels œuvrant dans l'hydroélectricité,**
- **aux bureaux d'études,**
- **aux commissaires enquêteurs chargés de mener les enquêtes publiques,**
- **de manière générale, à tout groupement de citoyens ou simple citoyen, qui s'intéresse à la petite hydroélectricité.**

Ce guide est conçu comme une aide à la réflexion sur le montage d'un projet de petite hydroélectricité. Il met en valeur la complexité et la multiplicité des facteurs qui entrent en jeu, à la fois sur le plan technique, environnemental et financier. Il présente également les différents aspects de la réglementation et des procédures administratives.

Pour faciliter sa lecture, le guide a été rédigé de façon concise, avec des exemples, des encadrés, des illustrations et photos. Il explicite également les termes les plus usités dans le domaine de la petite hydroélectricité. Ce guide n'est pas un document destiné seulement aux initiés, il utilise un langage commun compréhensible par les différentes catégories d'acteurs impliqués dans les projets de PCH.
Mais ce guide n'a ni vocation à être un catalogue, ni vocation à être exhaustif. Il cherche avant tout à sensibiliser le porteur de projet à la globalité et la multiplicité des facteurs à prendre en compte pour permettre ensuite une réflexion spécifique à chaque projet.

Ce guide, conçu comme un document pratique, comprend aussi :

- **une bibliographie sélective pour le lecteur désireux d'approfondir certains sujets,**
- **un index permettant de se repérer dans l'ouvrage,**
- **des sites internet en fin de document.**

L'ouvrage est présenté sous forme de fiches :

- **la lecture de ces fiches peut se faire de manière indépendante même si ces fiches se complètent globalement les unes les autres,**
- **ces fiches sont perfectibles et pourront être réactualisées dans l'avenir,**
- **d'autres fiches pourront être ajoutées ultérieurement.**

LES FICHES DU GUIDE

Fiches	Groupe
Fiche 1 : Notions générales sur les petites centrales hydroélectriques Fiche 2 : Le contexte de la petite hydroélectricité en France Fiche 3 : Le choix du site, une approche globale et progressive Fiche 4 : Les partenaires d'un projet	Généralités sur la petite hydroélectricité
Fiche 5 : Le droit d'utilisation de l'énergie hydraulique Fiche 6 : Le droit de l'environnement Fiche 7 : Les autres procédures Fiche 8 : Nouvelle installation ou rénovation d'ouvrage	Réglementation et procédures
Fiche 9 : La puissance d'une petite centrale hydroélectrique Fiche 10 : Le génie civil Fiche 11 : Les ouvrage de production d'énergie électrique Fiche 12 : L'évacuation et la livraison de l'électricité	Les études techniques
Fiche 13 : L'étude d'impact Fiche 14 : Le milieu physique Fiche 15 : Le milieu naturel Fiche 16 : Le milieu humain Fiche 17 : Le suivi de l'environnement	Les études environnementales
Fiche 18 : Le coût d'installation d'une petite centrale hydroélectrique Fiche 19 : Les prévisions d'exploitation d'une petite centrale hydroélectrique Fiche 20 : L'appréciation de la rentabilité	Les études financières

Ces fiches peuvent se scinder en 5 groupes principaux :
- les fiches de présentation générale de la petite hydroélectricité,
- les fiches traitant de la réglementation et des procédures,
- les fiches relatives aux études techniques du projet,
- les fiches relatives aux études environnementales du projet,
- les fiches relatives aux études financières du projet.

Chaque fiche comprend trois parties principales :
- une introduction dont l'objet est de présenter la fiche, de fournir quelques repères qualitatifs ou quantitatifs, de bien poser les problèmes se rapportant au sujet traité,
- un texte avec les différentes illustrations permettant de développer de manière plus approfondie l'argumentaire,
- un résumé de « ce qu'il faut retenir ».

Soucieuse de répondre aux attentes des porteurs de projets dans ce domaine, l'ADEME a initié le présent manuel et a souhaité sa diffusion dans les meilleurs délais. Cet ouvrage peut contenir des imprécisions ou des erreurs; l'ADEME invite les lecteurs à transmettre à son Département Energies Renouvelables toute correction ou suggestion susceptible de bonifier et enrichir la prochaine version du manuel.

FICHE N° 1

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES PETITES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES

Cette fiche a pour objet de présenter quelques généralités sur les différentes composantes d'une petite centrale hydroélectrique (PCH). Elle s'adresse donc en priorité aux personnes non initiées dans ce domaine.

Elle explicite également un peu du vocabulaire utilisé dans ce domaine d'activités, ainsi que les grandeurs physiques les plus couramment usitées en matière de puissance des PCH.

Cette fiche présente successivement :

- la définition d'une PCH,
- les différents éléments qui la composent,
- les différents types de centrales et modes de fonctionnement.

La définition d'une petite centrale hydroélectrique

Une PCH se définit comme une installation de production énergétique, d'une puissance inférieure à 10 000 kW, transformant l'énergie hydraulique d'un cours d'eau en énergie électrique.

D'après l'UNIPEDE (Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique) on classe les PCH en fonction de la puissance installée et on parle de :

- petite centrale pour une puissance comprise entre 2 000 kW et 10 000 kW,
- mini-centrale pour une puissance comprise entre 500 kW et 2 000 kW,
- micro-centrale pour une puissance comprise entre 20 kW et 500 kW,
- pico-centrale pour une puissance inférieure à 20 kW .

Les deux facteurs essentiels de la récupération d'énergie disponible sont la hauteur de chute et le débit d'eau, qui dépendent du site et qui doivent faire l'objet d'études préalables pour déterminer le projet d'aménagement.

Dans le guide, on parlera de PCH au sens large, c'est-à-dire de l'ensemble des installations d'une puissance inférieure à 10 000 kW.

QUELQUES RAPPELS DE PHYSIQUE...

• La puissance électrique se définit comme la valeur instantanée délivrée ou consommée. Elle correspond à l'énergie consommée ou produite par unité de temps.

Elle s'exprime principalement en watts (W), en kilowatts (kW), en mégawatts (MW) :

1 kW = 1 000 W (abréviation de kilo),
1 MW = 1 000 kW (abréviation de méga),
1 GW = 1 000 MW (abréviation de giga),
1 TW = 1 000 GW (abréviation de téra).

On parlera indifféremment d'une PCH de 2 000 kW et de 2 MW.

A titre d'exemple :

- la puissance d'un lave-linge ou d'un lave-vaisselle est d'environ 2 000 W (2 kW),
- la puissance moyenne d'une PCH en France, pour les producteurs indépendants est de 640 kW,
- la puissance d'une tranche de centrale nucléaire est comprise entre 900 et 1 400 MW.

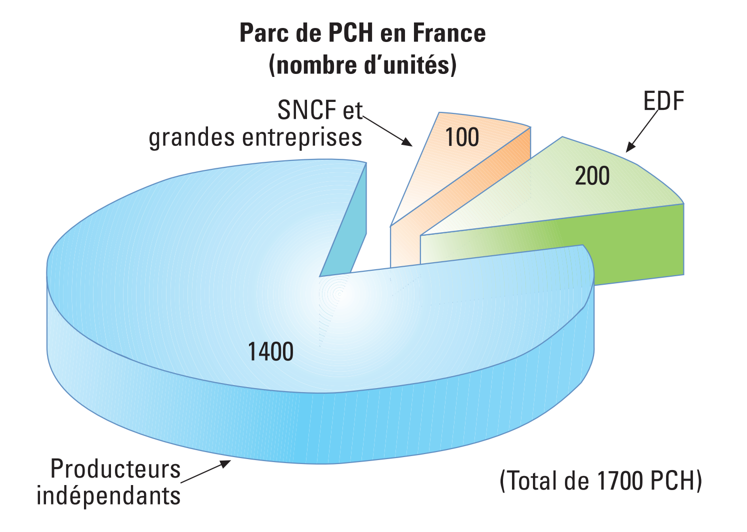
• L'énergie se réfère à une période de temps pendant laquelle l'électricité est produite ou consommée.

L'unité officielle de mesure de l'énergie est le Joule mais on utilise fréquemment en électricité le kilowattheure. C'est une production ou une consommation d'un kilowatt pendant une heure. (C'est également la production ou la consommation de 2 kW pendant une demi-heure).

A titre d'exemple :

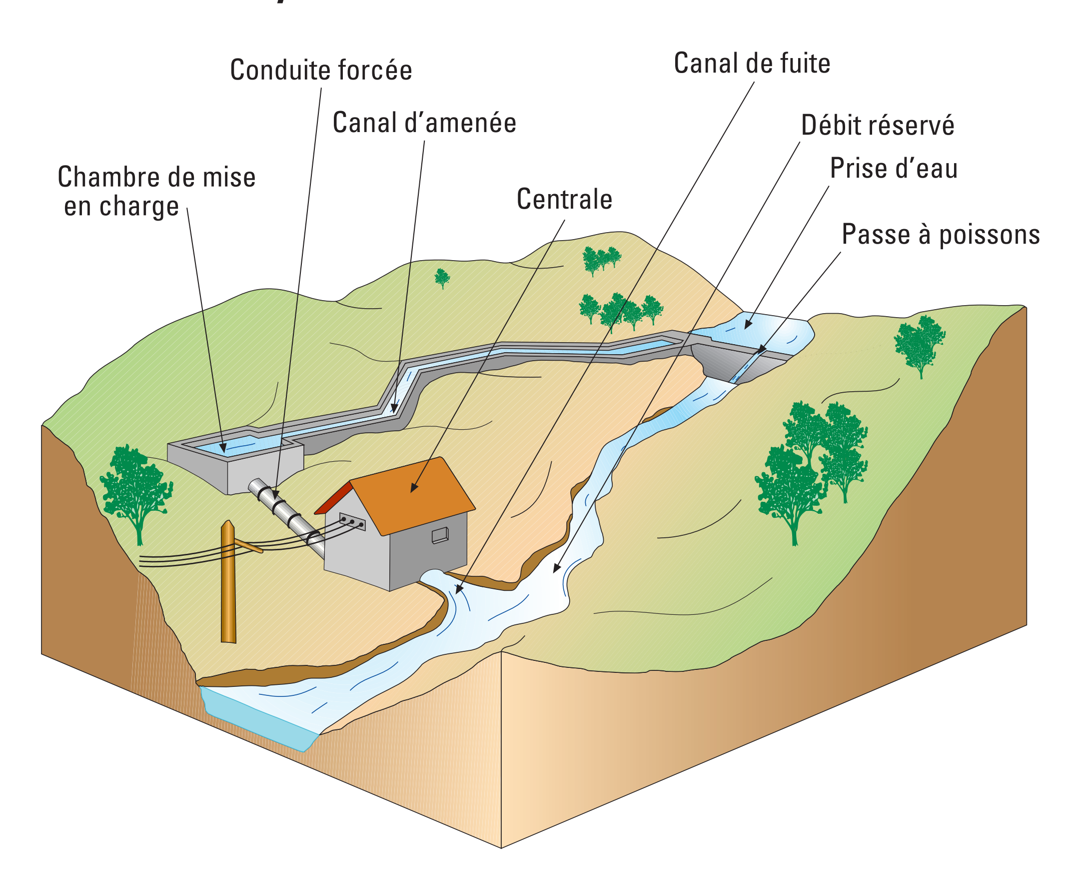
- la consommation d'un réfrigérateur est d'environ 500 kWh/an,
- la production d'une PCH de 300 kW, fonctionnant 7 000 heures sur l'année, est de 2 100 MWh,
- la production française d'électricité est d'environ 470 TWh/an.

Parc de PCH en France (nombre d'unités)

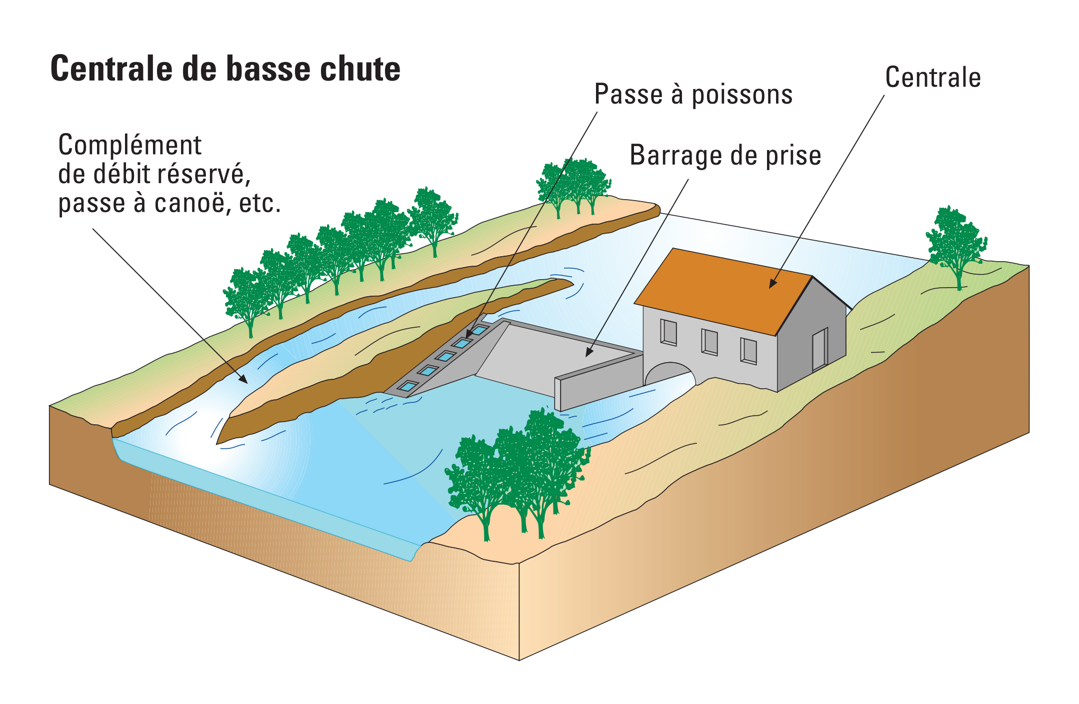


Les différentes composantes d'une PCH

Centrale de moyenne et haute chute



Centrale de basse chute



Deux exemples d'aménagements hydroélectriques :
la centrale en dérivation et la centrale de pied de barrage.

Une petite centrale hydroélectrique est composée de quatre éléments principaux :
- les ouvrages de prise d'eau (digues, barrages),
- les ouvrages d'amenée et de mise en charge (canal d'amenée, conduite forcée),
- les équipements de production (turbines, générateurs, systèmes de régulation),
- les ouvrages de restitution.

Selon la longueur des ouvrages d'amenée on pourra distinguer :
- la centrale en dérivation, où une partie du débit du cours d'eau est dérivée sur quelques dizaines de mètres jusqu'à plusieurs kilomètres, puis turbinée sous une hauteur de chute supérieure à la hauteur du barrage,
- la centrale de pied de barrage qui utilise uniquement le dénivelé créé par le barrage.

L'ouvrage de prise d'eau

La forme et les dimensions de cet ouvrage sont adaptées à la nature du terrain ou à la conformation du lit du cours d'eau. Il est construit en enrochements, en gabions, en terre, en maçonnerie ou en béton. Il peut parfois tirer parti des faciès naturels et ne nécessiter aucun aménagement.
La prise d'eau peut également être installée sur un canal d'irrigation ou sur une adduction d'eau potable.

Les ouvrages d'amenée et de mise en charge

Un canal d'amenée, en terre ou en béton, et la conduite forcée le plus souvent en acier ou en polyéthylène dirigent l'eau vers la centrale. Le canal est muni d'une grille qui retient les corps solides charriés par le cours d'eau. Eventuellement un dessableur favorise le dépôt des particules avant l'entrée dans l'installation.
Un système de vannes répond à différentes utilisations : protection contre les crues, isolement du canal, isolation de la turbine, etc.
Une chambre de mise en charge si le canal d'amenée est à écoulement libre, ou une cheminée d'équilibre s'il s'agit d'une conduite en charge, assure la jonction avec la conduite forcée qui alimente en eau la turbine.

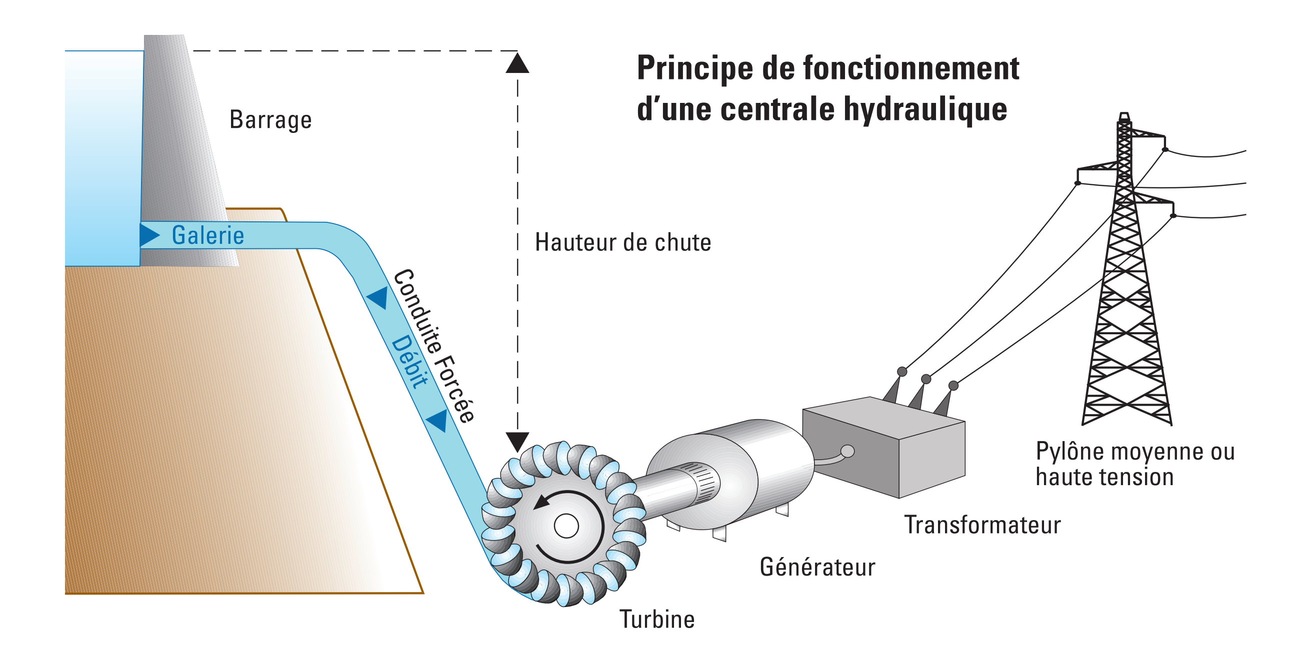
Les équipements de production

Une turbine, comme la roue à aube d'un moulin, transforme en énergie mécanique l'énergie fournie par la chute d'eau. Il existe de nombreux types de turbines s'adaptant aux différentes contraintes imposées par chaque site.
Un générateur produit l'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique de la turbine. C'est en général un alternateur synchrone en réseau autonome et une génératrice asynchrone en réseau connecté pour des puissances inférieures à 1 000 ou 2 000 kW.

Un système de régulation a pour rôle d'adapter en permanence les variations, parfois brutales, du débit d'eau à la demande des consommateurs (en réseau autonome) et d'utiliser au mieux l'eau disponible (en réseau interconnecté).

Un bâtiment abrite toutes les installations de production et les tableaux de commande qui peuvent être contrôlés sur place ou pilotés à distance.

Une ligne d'évacuation transporte le courant électrique produit, soit à un réseau interconnecté, soit à un réseau isolé.



Les ouvrages de restitution

A la sortie de la centrale, les eaux turbinées sont renvoyées dans la rivière par un canal de fuite. Ce canal est établi soit à l'air libre, soit en galerie dans le cas où la centrale est souterraine.

La longueur du canal de fuite est très variable selon le type d'aménagement.

UN PEU DE VOCABULAIRE...

Alternateur, générateur (cf. fiche 11)

Suivant les caractéristiques du réseau électrique, on distingue principalement deux types de générateurs :

- la génératrice synchrone ou alternateur, généralement utilisée en réseau autonome, mais également pour des unités de grande puissance, supérieures à 1 000 ou 2 000 kW et raccordées au réseau,
- la génératrice asynchrone est la plus souvent utilisée dans le cas d'un raccordement au réseau général, pour des puissances inférieures à 1 000 ou 2 000 kW. Dans celle-ci, les deux armatures, le rotor et le stator, sont parcourues par des courants alternatifs de fréquences légèrement différentes.

Centrale au fil de l'eau et centrale d'éclusées

La centrale au fil de l'eau a un réservoir d'une durée de remplissage inférieure à 2 heures ; elle utilise le débit tel qu'il se présente. La centrale d'éclusées a un réservoir d'une durée de remplissage comprise entre 2 et 400 heures, ce qui permet de stocker l'eau pour la turbiner aux heures de forte consommation.

Cheminée d'équilibre

C'est un ouvrage situé à la jonction d'une galerie d'amenée en charge et d'une ou plusieurs conduites forcées et qui sert à réduire ou à éliminer les surpressions.

Dispositif de franchissement pour les poissons

Ces dispositifs sont indispensables, aussi bien pour les poissons migrateurs que pour les autres espèces. Il existe une multitude de « passes à poissons », des plus rustiques aux plus sophistiquées. La remontée et la descente (dévalaison) sont séparées si nécessaire.

Transformateur

En sortie de générateur, un transformateur élève la tension produite (en général 380 V) à une valeur égale à celle des lignes de transport de l'électricité, par exemple le 20 000 V.

Tronçon court-circuité

Il s'agit de la partie du cours d'eau dont le débit est réduit par le détournement d'une partie de ses eaux.

Turbine

La turbine est l'intermédiaire transformant l'énergie hydraulique en énergie mécanique. L'eau agit sur les augets, les pales ou les aubes d'une roue et provoque la rotation de celle-ci. Il existe une grande diversité de turbines (cf. fiche 11).

Les différents types de centrales

Les grandeurs caractéristiques des PCH

Quatre grandeurs caractéristiques permettent d'évaluer l'importance d'un aménagement hydroélectrique :

- le débit d'équipement,
- la hauteur de chute,
- la puissance de l'aménagement,
- l'énergie électrique produite.

Le débit d'équipement (Q) est le débit maximum susceptible d'être turbiné par la centrale, c'est-à-dire le débit maximum absorbé par toutes les turbines lorsque celles-ci fonctionnent ensemble à pleine puissance. Il s'exprime en m^3/s.

La hauteur de chute brute (Hb) est la différence d'altitude, exprimée en mètre, entre le niveau de l'eau à la prise d'eau (cote de surface libre en eaux moyennes) et le niveau de l'eau au droit de la restitution.

La hauteur de chute nette (Hn) tient compte des pertes de charge hydrauliques dans les ouvrages d'amenée et de restitution.

La puissance est une fonction combinée du débit d'équipement et de la hauteur de la chute. Elle est exprimée en kilowatts (kW) ou mégawatts (MW).

On distingue habituellement :

- la puissance maximale brute qui exprime la puissance potentielle de l'aménagement

$$Pb = 9,81 \times Q \times Hb$$

- la puissance installée qui représente la puissance effective de l'aménagement

$$Pi = 9,81 \times Q \times Hn \times R$$

R : rendement de l'ensemble turbine-générateur, lequel varie principalement entre 0,6 et 0,9 selon la puissance

L'énergie électrique produite indique la capacité de production d'un aménagement hydroélectrique. Elle dépend de la puissance installée et du régime du cours d'eau.

$$W = Pi \times t \times f$$

t = durée de fonctionnement de l'aménagement en heures,
f = coefficient lié aux variations saisonnières de débit pour des installations au fil de l'eau.

Les types de centrales

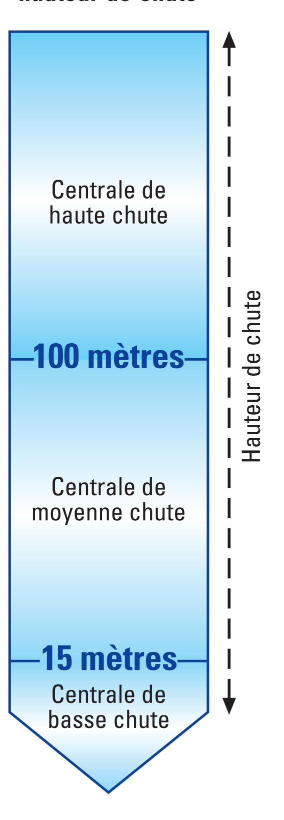
Ce rappel des quelques formules de base permet de comprendre les principaux types de PCH :

• Les centrales de haute chute.
Dans ce cas, la puissance est principalement liée au fort dénivelé entre la prise d'eau et le rejet. La conduite est l'ouvrage le plus important de ce type de petite centrale.

• Les centrales de moyenne chute.
La puissance est liée à la fois à la hauteur de chute et au débit turbiné. On trouvera notamment ce type de PCH dans le Massif Central.

• Les centrales de basse chute.
La puissance dépend alors du débit turbiné. Il n'y a en règle générale pas de conduite forcée, ou celle-ci reste très courte. L'ouvrage le plus important est le barrage ou la prise d'eau, le plus souvent construit en béton.

Classification généralement admise des PCH en fonction de la hauteur de chute



CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Le terme de PCH s'emploie pour toutes les installations hydroélectriques inférieures à 10 MW. Les producteurs indépendants possèdent en France la grande majorité des PCH.**

- **Dans une centrale classique, on peut distinguer quatre composantes principales : les ouvrages de prise d'eau, les ouvrages d'amenée ou de mise en charge, les équipements de production, les ouvrages de restitution. Dans les équipements de production, on trouve notamment la turbine, le générateur, le système de régulation et le transformateur.**

- **Une PCH se caractérise par son débit d'équipement et sa hauteur de chute. La puissance de la centrale est directement corrélée à ces deux grandeurs.**

FICHE N° 2

LE CONTEXTE DE LA PETITE HYDROÉLECTRICITÉ EN FRANCE

Un recours plus important aux énergies renouvelables est une des conditions nécessaires pour prendre le chemin d'un développement durable. L'hydroélectricité constitue la première filière de production d'électricité primaire à l'échelle mondiale, et compte tenu du potentiel exploitable, devrait contribuer de façon non négligeable au développement durable.

Ces dernières décennies, en France, la filière micro hydraulique a connu des fortunes diverses :
- le contexte politique était plutôt favorable au développement de l'hydroélectricité au moment de la crise pétrolière, dans les années 1970-1980, où la France cherchait à réduire sa dépendance énergétique,
- dans les années 1990-2000, le contexte est beaucoup moins favorable : mauvaise image de l'hydroélectricité pour des raisons environnementales, difficultés technico-économiques et financières pour les exploitants, procédures longues pour la conception de projets...

Aujourd'hui le contexte peut redevenir plus favorable au développement des PCH. Cette fiche présente successivement :

- l'hydroélectricité, énergie renouvelable,
- le contexte au sein de l'Union Européenne,
- le contexte en France,
- les actions d'accompagnement pour un développement harmonieux de la filière.

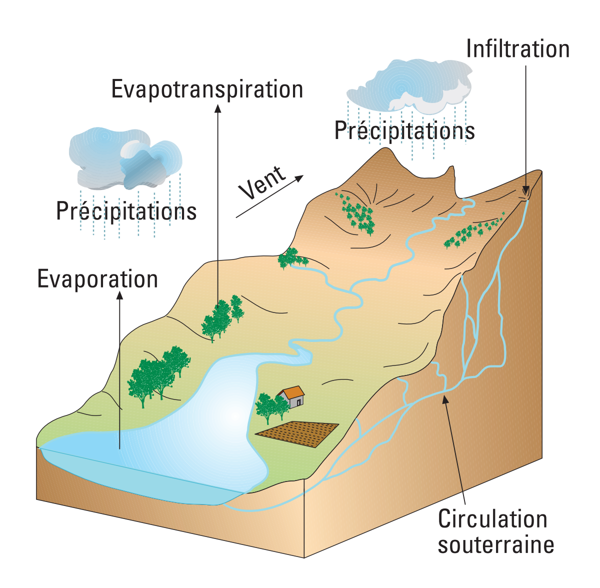
L'hydroélectricité, énergie renouvelable

La petite hydroélectricité est une forme de production d'énergie répondant aux trois critères fixés dans la définition généralement admise pour les énergies renouvelables :
- pérennité des ressources,
- respect de l'environnement (moyennant certaines précautions),
- possibilité de production délocalisée.

Pérennité des ressources

Les énergies renouvelables sont basées sur l'exploitation de flux naturels d'énergie : rayonnement solaire, cycle de l'eau, des vents et du carbone dans la biosphère, flux de chaleur de la terre, effet de l'attraction lunaire et solaire sur les

océans. Ce sont donc des énergies inépuisables à l'inverse des énergies fossiles et minières (charbon, pétrole, gaz naturel, uranium).
L'énergie hydroélectrique est une énergie de flux qui utilise presque exclusivement la partie « terrestre » du cycle de l'eau, c'est-à-dire celle qui concerne l'écoulement de l'eau entre l'arrivée à terre des précipitations (pluies et neige) et le retour de l'eau à la mer.



L'énergie hydraulique est une énergie potentielle, d'origine solaire, liée au cycle de l'eau.

L'énergie hydraulique primaire se présente sous forme mécanique ; elle est donc aisément transformable et avec de très bons rendements, en énergie électrique qui constitue la forme la plus souple d'utilisation de l'énergie. De ce fait, dans l'ensemble des ressources potentielles d'électricité, l'hydroélectricité figure au premier rang des ressources renouvelables.

Respect de l'environnement (moyennant certaines précautions)

L'hydroélectricité n'a recours à aucune combustion ; elle ne dégage donc aucun oxyde, et en particulier pas de dioxyde de carbone. Elle n'émet donc aucun gaz pouvant concourir à l'effet de serre, problème environnemental majeur à l'échelle planétaire.

Comparaison des rejets en fonction des sources d'énergie

(données Systèmes Solaires n°119, 1997)

La base choisie pour la comparaison des différentes sources d'énergie est celle d'une centrale hydroélectrique de puissance 1 000 kW fonctionnant un peu plus de six mois par an. Les sources d'énergie ont été comparées du point de vue de l'émission de gaz toxiques dans l'atmosphère. Rappelons que l'oxyde d'azote et le gaz carbonique sont à l'origine de l'effet de serre, tandis que le dioxyde de soufre est responsable de pluies acides.

(en tonnes)	Dioxyde de soufre SO_2	Oxyde d'azote NO	Gaz carbonique CO_2	Déchets solides
Charbon	4,50	0,6	3 750	611
Gaz naturel	0,02	2,2	2 250	--
Pétrole	4,50	3,7	3 000	105
Hydroélectricité	--	--	--	--

Toute réalisation d'aménagement hydroélectrique soulève certes des problèmes d'environnement et d'aménagement de territoire : modification de l'écosystème local, impact paysager, modifications dans les usages de l'eau, etc. Mais dans la plupart des cas, les précautions, les règles de l'art et les solutions techniques permettent aujourd'hui de limiter l'impact des PCH sur l'environnement local à un niveau tout à fait acceptable (cf. notamment fiches 6 et 13).

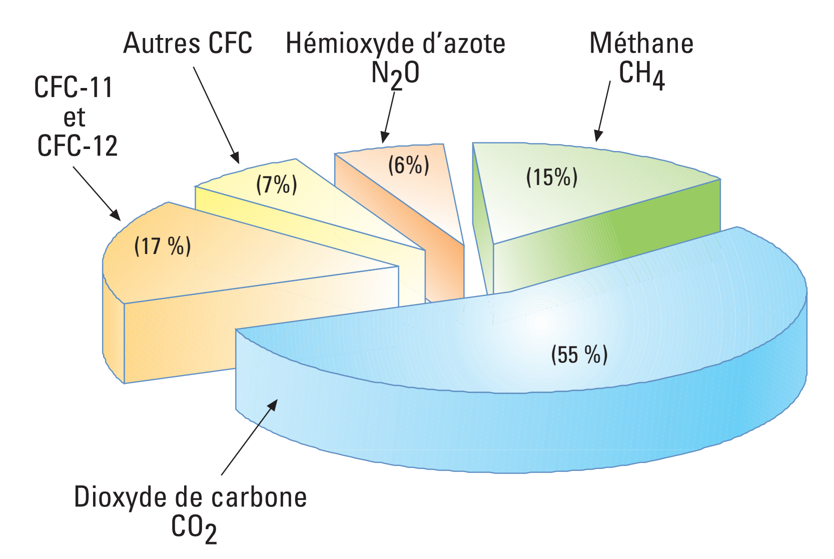
Possibilité de production décentralisée

Le plus souvent, l'énergie hydroélectrique est disponible sur le territoire même de la nation qui souhaite l'utiliser. Cette énergie concourt donc à l'indépendance énergétique qui est une aspiration importante de la plupart des Etats.
Elle représente de plus une énergie décentralisée, même si les régions de production sont principalement situées en zones montagneuses ainsi qu'en zones rurales.

Les régions Midi-Pyrénées, Rhône-Alpes et Provence-Alpes-Côte d'Azur représentent 60 % de la production française.

Le contexte au sein de l'Union Européenne

La convention Cadre sur les changements climatiques de Rio en 1992 marque les débuts d'une prise de conscience mondiale des effets de l'industrialisation sur le climat. Elle pose les jalons du protocole de Kyoto qui aura lieu cinq ans plus tard. Les accords de Kyoto, signés en 1997, ont pour but de limiter les émissions de gaz à effet de serre et de promouvoir le développement durable.



Contribution des différents gaz à l'effet de serre (Actions pour l'environnement en Europe, Commission Européenne, 3° édition 2000)

Le dioxyde de carbone, principal responsable de l'effet de serre, est notamment lié à la consommation d'énergie (80 %).
Ainsi, les pays de l'Union Européenne se sont engagés à baisser leurs émissions, avec un objectif établi pour la période 2008-2012.

L'Union Européenne s'est engagée sur une réduction globale de 8 %. Cet engagement conjoint est également connu sous la dénomination de « bulle européenne ». A l'intérieur de cette bulle, chaque pays européen possède un objectif propre. Celui-ci prend en compte les spécificités de chacun, à savoir son taux d'émission de gaz à effet de serre, sa structure énergétique, ainsi que son activité économique.

La ventilation de l'effort donne lieu à une différenciation importante du taux de réduction des émissions de gaz à effet de serre entre les pays de l'Union Européenne. A titre d'exemple, citons le Luxembourg qui doit réduire ses émissions à hauteur de 28 % et le Portugal qui est autorisé à les accroître dans une limite de 27 %. La France, quant à elle, a pour objectif de stabiliser ses émissions par rapport à l'année de référence, 1990. Le respect de cet objectif va nécessiter un effort important pour l'hexagone, car le niveau d'émission par habitant est parmi les plus faibles d'Europe.

Pour ce faire, une utilisation accrue des énergies renouvelables est primordiale. Afin de respecter les accords pris à Kyoto, et d'atteindre les objectifs en matière de politique énergétique (sécurité d'approvisionnement, compétitivité, limitation des impacts environnementaux) une directive européenne pour la promotion de l'électricité d'origine renouvelable a été adoptée en septembre 2001.

QUELQUES EXTRAITS DE CETTE DIRECTIVE 2001/77/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL

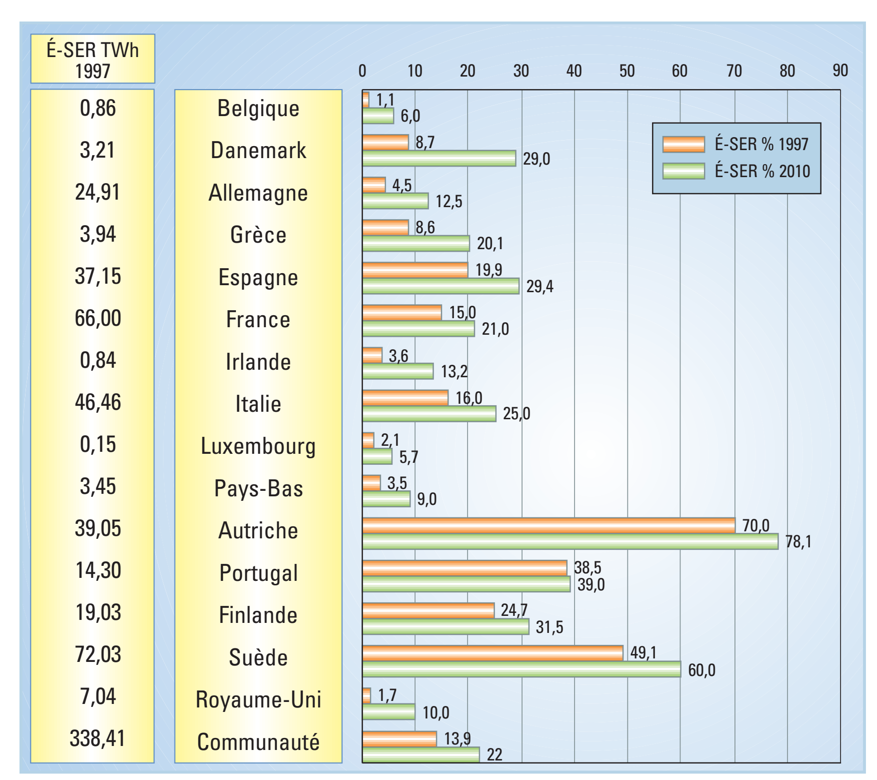
1 - Le potentiel d'exploitation des sources d'énergies renouvelables est actuellement sous-utilisé dans la Communauté.

2 - La promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables est au premier rang des priorités de la Communauté, comme l'a souligné le livre blanc sur les sources d'énergies renouvelables.

3 - L'utilisation accrue de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables constitue un volet important de l'ensemble des mesures requises pour respecter le protocole de Kyoto à la convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques.


Valeurs de référence pour les objectifs indicatifs nationaux des États membres concernant la part de l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables dans la consommation brute d'électricité en 2010

La présente annexe fournit des valeurs de référence pour la fixation des objectifs indicatifs nationaux concernant l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables (É-SER)

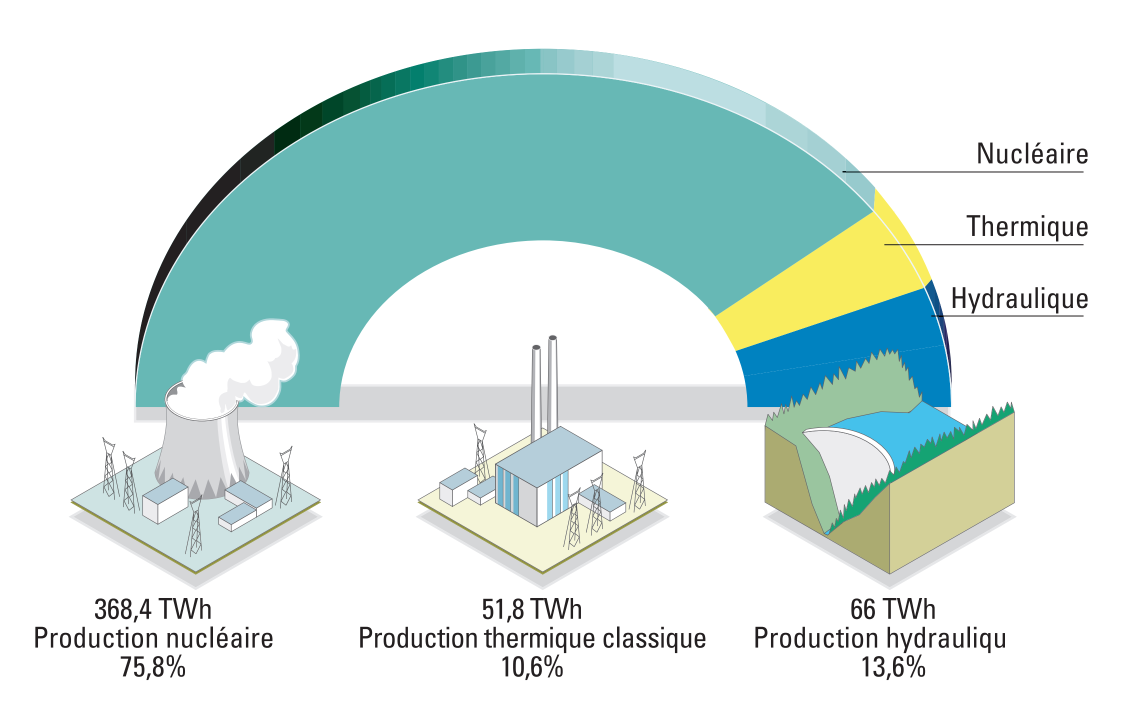


É-SER TWh 1997		É-SER % 1997	É-SER % 2010
0,86	Belgique	1,1	6,0
3,21	Danemark	8,7	29,0
24,91	Allemagne	4,5	12,5
3,94	Grèce	8,6	20,1
37,15	Espagne	19,9	29,4
66,00	France	15,0	21,0
0,84	Irlande	3,6	13,2
46,46	Italie	16,0	25,0
0,15	Luxembourg	2,1	5,7
3,45	Pays-Bas	3,5	9,0
39,05	Autriche	70,0	78,1
14,30	Portugal	38,5	39,0
19,03	Finlande	24,7	31,5
72,03	Suède	49,1	60,0
7,04	Royaume-Uni	1,7	10,0
338,41	Communauté	13,9	22

(Annexe à la directive 2001/77/CE du 27 septembre 2001)

Le contexte en France

En France, la production totale d'électricité est de 486,2 TWh (milliards de kWh) en 1998. Elle se répartit en 75,7 % de nucléaire, 10,6 % de thermique classique (fioul, charbon ou gaz) et 13,6 % d'hydraulique.



Données extraites d'"Electricité, voyage au coeur du système", 1999,
et de la note d'information générale de RTE (gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité)

Nous avons vu qu'il existe aujourd'hui en France environ 1700 PCH et que 1400 d'entre elles appartiennent à des producteurs indépendants.
L'encadré suivant présente la place de la petite hydraulique dans le paysage énergétique français.

QUELQUES CHIFFRES SUR LES PCH...

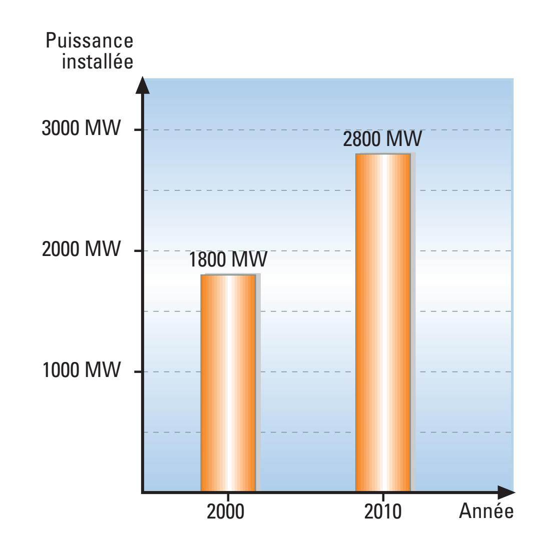
- Production annuelle de **7,5 TWh** *
- Environ **10 %** de la production hydraulique en France
- Environ **1,5 %** du total de l'énergie électrique nationale
- **1700 PCH** ** sur 250 000 km de rivières
- **1800 MW** * de puissance installée

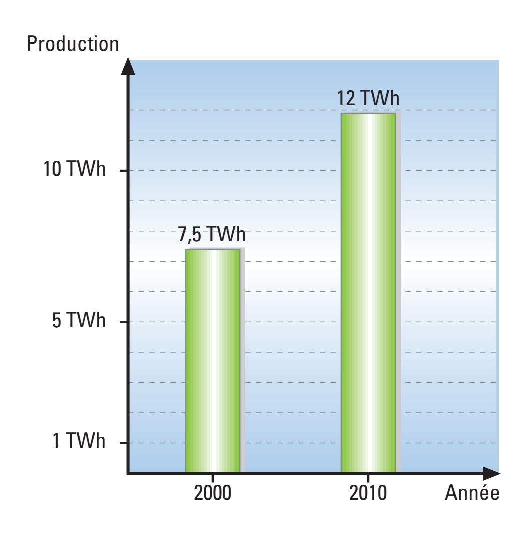
(source CLER : Comité de liaison des Energies Renouvelables, 1994).

Dans le cadre de la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables, l'éolien doit jouer dans les années à venir un rôle déterminant. Néanmoins, dans un souci de diversification des sources d'énergies renouvelables, la promotion doit aussi porter sur les autres sources dont la petite hydraulique.

Selon l'ADEME, la petite hydraulique devrait produire 4 à 5 TWh supplémentaires pour respecter la directive européenne sur l'électricité renouvelable.
L'objectif, à l'horizon 2010, est d'installer 1 000 MW de PCH, dont 200 à 300 MW en rénovant et optimisant les ouvrages existants.

Objectifs pour la petite hydraulique à l'horizon 2010





* Les chiffres diffèrent entre sources de données ; on parle parfois d'une production annuelle de 5 TWh et d'une puissance installée de 1 200 MW.
** Il existe probablement entre 2500 et 3000 PCH en France, mais la plupart de celles de moins de 50 kW sont inconnues des recensements menés par l'Observatoire de l'Energie. Ces dernières correspondent le plus souvent à de l'autoconsommation.

Les actions d'accompagnement

Difficultés actuelles de la petite hydroélectricité

A priori, en ces périodes où l'on redoute les pollutions atmosphériques croissantes apportées par les énergies fossiles ou les conséquences de l'effet de serre, on ne pourrait qu'être satisfait de voir se développer une énergie renouvelable et propre ayant toutes les qualités citées précédemment. Mais il est vite apparu trois grandes catégories de difficultés :

• Difficultés technico-économiques et financières

- avant 2001, prix de rachat trop bas du kWh,
- irrégularité dans l'hydrologie des cours d'eau, avec des années déficitaires,
- projet global mal conçu avec parfois absence de calcul de pertes de charges,
- coûts d'investissement (passe à poissons) et d'exploitation (élimination des déchets, assurances…) en augmentation,
- etc.

• Difficultés environnementales

Certains aménagements hydroélectriques ont été conçus avec un objectif unique de production et n'ont pas pris en compte les données environnementales locales du site. Il peut alors résulter différentes nuisances environnementales : obstacle pour la faune piscicole, impact sur la pêche de loisir, bruit, etc.
Mais, dans la grande majorité des cas, des solutions peuvent être envisagées pour remédier à ces effets négatifs. On possède aujourd'hui sur les PCH, un recul et un retour d'expérience de plusieurs décennies, qui permettent d'avoir des solutions performantes. D'autre part, l'appréciation des impacts doit être globale ; elle doit envisager autant les impacts positifs à l'échelle globale (effet de serre et pollution atmosphérique évités) que les impacts à l'échelle locale.

• Lenteurs administratives, lourdeur des procédures et des réglementations

Obtenir l'autorisation de construire une PCH relève aujourd'hui de la gageure. Les contraintes administratives sont excessivement lourdes ; il faut en général quatre à six ans pour obtenir une autorisation d'exploitation, ce qui représente un très gros investissement. De plus, très peu de dossiers, concernant l'implantation de PCH, sont acceptés : blocage de certaines associations de pêcheurs ou de protection de la nature, forte proportion de rivières classées ou réservées…

Face à ce constat, peu d'investisseurs se lancent actuellement dans des projets de PCH, car le risque de ne pas les voir aboutir reste élevé. Depuis trois ou quatre ans, on peut constater que moins d'une dizaine d'autorisations sont délivrées chaque année. De plus, ces autorisations concernent essentiellement des renouvellements pour des installations existantes.

Les mesures de relance

Quelles sont, en définitive, les mesures de relance qui permettraient à la fois un nouvel accroissement de la production hydroélectrique dans les années à venir et de réussir l'intégration environnementale des ouvrages ?

L'ADEME propose plusieurs domaines d'action :

- la recherche-développement ; celle-ci est indispensable, car elle permet de réaliser à terme des équipements de plus en plus performants et respectueux de l'environnement,
- l'aide à la décision ; pour soutenir les maîtres d'ouvrage dans la hiérarchisation des travaux à réaliser, des subventions sont octroyées pour les diagnostics et études de faisabilité,
- l'instauration d'une labellisation ou d'une certification ISO 14001,
- l'aide financière pour des PCH qui utilisent une technologie ou un mode de gestion innovant ; ces centrales servent alors de vitrine et participent à la diffusion de l'innovation,
- une formation destinée aux acteurs publics et privés,
- la nécessité d'un travail de communication ; il est indispensable que la petite hydroélectricité, qui est l'objet de nombreuses critiques, mette en évidence ses avantages et son utilité au moyen d'une communication appropriée.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **A l'échelle mondiale, l'hydroélectricité figure au premier rang des ressources renouvelables pour produire de l'électricité : pérennité de la ressource, respect de l'environnement, production décentralisée.**

- **Pour l'Union Européenne, la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables est une priorité. La directive de septembre 2001, qui s'inscrit dans le cadre du protocole de Kyoto de 1997, fixe un objectif d'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables de 22 % à l'horizon 2010, contre 13,9 % en 1997.**

- **Dans ce cadre, la France doit faire passer sa part d'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables de 15 à 21 % de 1997 à 2010.**

- **Pour atteindre cet objectif, la France doit permettre un nouveau développement des PCH ; selon l'ADEME, la petite hydraulique doit produire 4 à 5 TWh supplémentaires et la puissance installée doit augmenter d'environ 1 000 MW.**

- **Dans les mesures de relance, la recherche-développement, l'instauration d'une labellisation ou d'une certification des PCH, une meilleure communication, constituent des domaines d'action privilégiés.**

FICHE N° 3

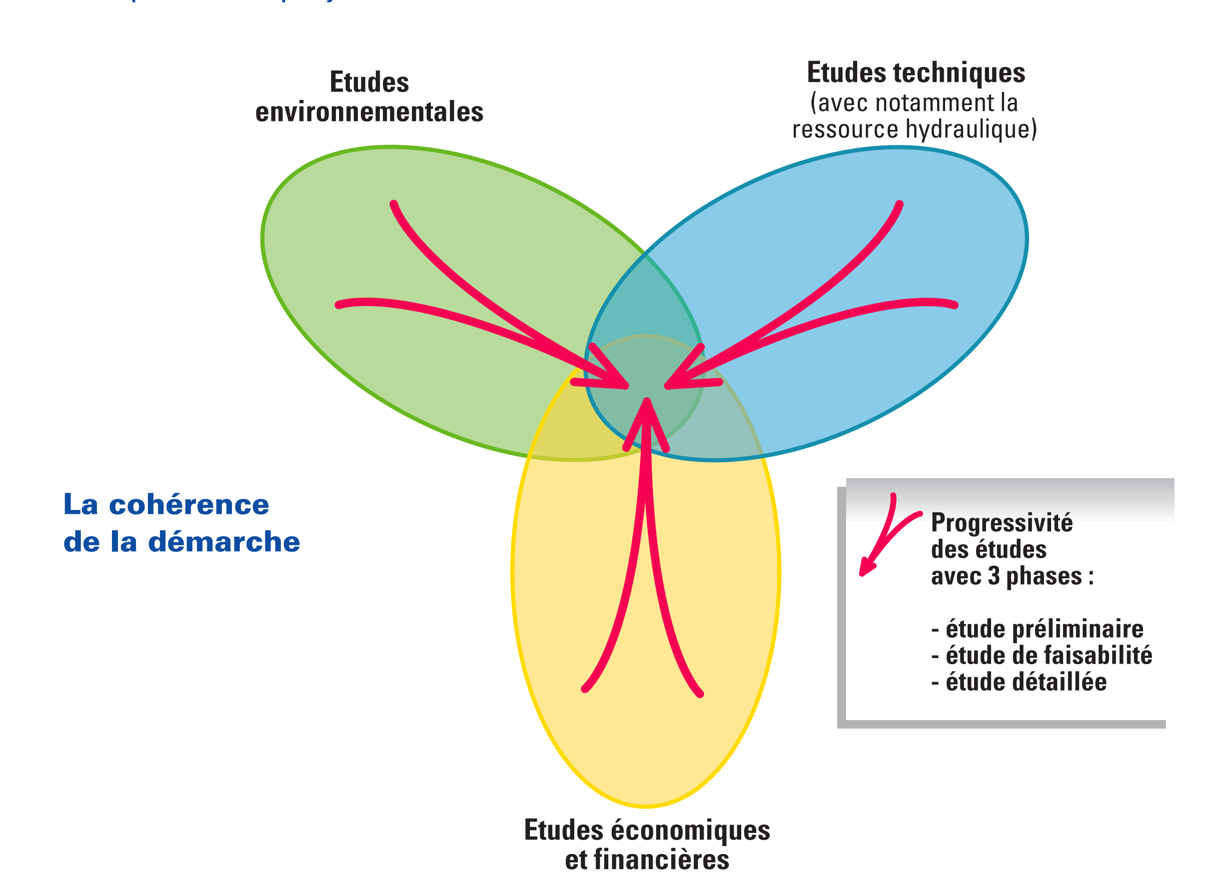
LE CHOIX DU SITE ; UNE APPROCHE GLOBALE ET PROGRESSIVE

Monter un projet de PCH nécessite de réaliser à la fois des études techniques, des études environnementales, des études économiques et financières. Ces investigations doivent être réalisées en parallèle, dans une démarche cohérente.

Cette fiche n'a pas pour objectif de détailler le contenu des différentes études à réaliser (cf. fiches 9 à 20). Elle a plutôt vocation à fournir quelques repères dans la démarche globale et à insister sur la cohérence, la progressivité, la continuité des différentes phases du projet.

En définitive, cette fiche présente successivement :

- la ressource hydraulique,
- les autres aspects techniques,
- le contexte environnemental,
- l'économie du projet,
- les phases du projet.



La ressource hydraulique

La puissance de la PCH est directement proportionnelle au débit turbiné (m^3/s) et à la hauteur de chute (m).
La hauteur du dénivelé (entre niveau d'eau amont et niveau d'eau aval) est une grandeur quasi-constante, tandis que le débit est une donnée qui peut varier fortement. La fiche 9 présente de manière plus détaillée les aspects d'hydrologie.

QUELQUES DÉFINITIONS RELATIVES À L'HYDROLOGIE...

Le débit moyen annuel ou module : c'est le quotient du volume d'eau écoulé dans l'année par le nombre de secondes ($3,15 \times 10^7$). Le module moyen inter-annuel calculé sur au minimum cinq années est plus significatif. Il est exprimé en m^3/s.

Le débit réservé : les textes, et notamment l'article L.232-5 du Nouveau Code de l'Environnement, imposent de maintenir dans le lit court-circuité d'un cours d'eau aménagé, un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces. Ce débit minimal, appelé débit réservé, ne doit pas être inférieur au dixième du module inter-annuel.

Le débit d'équipement : c'est le débit correspondant à la capacité maximale des équipements de la PCH.

Le débit spécifique : c'est le quotient du débit, en un point du cours d'eau, rapporté à la surface du bassin versant relatif au point considéré. Il s'exprime le plus souvent en litres par seconde et par km^2 ($l/s/km^2$).

Le débit d'étiage : il s'agit, le plus souvent, du débit dépassé en moyenne 355 jours par an.

Le débit des hautes eaux : il s'agit du débit dépassé en moyenne 10 jours par an.

La connaissance de la fluctuation des débits, sur une longue période, au moins cinq ou dix ans, permet de caractériser l'hydrologie du cours d'eau.

De plus, il est important de connaître la régularité d'un cours d'eau et ses débits de crues. L'ensemble des données hydrologiques permet de tracer différentes courbes caractéristiques du cours d'eau (cf. fiche 9).

Certaines informations peuvent être obtenues par consultation de la banque de données HYDRO gérée par la Direction de l'Eau du Ministère de l'Ecologie et du Développement durable.

HYDRO : BANQUE NATIONALE DE DONNÉES POUR L'HYDROMÉTRIE ET L'HYDROLOGIE

- 2400 stations de mesure en service, implantées sur les cours d'eau français,
- Les producteurs de données : DIREN, services d'annonces de crues, EDF, organismes de recherche (CEMAGREF, Universités...), Compagnies d'Aménagement, Agences de l'Eau...
- Données de base mises à la disposition des utilisateurs (tableaux, graphes...)
- Données élaborées, à partir de procédures disponibles en ligne : débits classés, synthèse hydrologique d'une station, historique des débits de crues...
- Accès à la banque HYDRO, à partir d'un ordinateur de type PC sous Windows, plate-forme de communication par le réseau physique INTERNET.

Si l'on ne dispose pas de mesures hydrologiques, le débit du cours d'eau peut être évalué à partir de données pluviométriques ou à partir de mesures sur site (cf. fiche 9). Pour les projets de réhabilitation d'un site existant, il est souvent possible d'utiliser d'autres sources d'informations en complément : archives, dimension d'un canal d'amenée, d'une turbine, etc.

Les autres aspects techniques

Si l'évaluation de la ressource hydraulique est primordiale dans l'élaboration du projet, il faut aborder, au stade des études préliminaires, les autres aspects techniques :

- Quelles sont les possibilités de raccordement au réseau électrique ? A quelle distance et à quelle tension électrique ?

- Quelles sont les possibilités d'accès au site ? Y-a-t-il des modifications de pente ou de rayon de courbure à prévoir pour permettre l'accès à de gros engins de chantier ?

- Quelles sont les contraintes techniques pour réaliser les différentes composantes de la PCH : canal d'amenée, conduite forcée, barrage, etc ?

A titre d'exemple, il est primordial de s'interroger rapidement sur :
- les risques naturels sur le site pressenti : chutes de blocs, éboulements, avalanches,
- la disponibilité éventuelle en matériaux de construction,
- les niveaux de crues qui pourraient endommager les éléments de la PCH.

Un projet réalisé dans une zone avalancheuse peut nécessiter de réaliser des ouvrages importants qui remettraient en cause l'économie même du projet.

Les aspects environnementaux et réglementaires

Les aspects environnementaux sont aujourd'hui une donnée essentielle pour la réussite d'un projet.

Dans un premier temps, il est indispensable de connaître les contraintes environnementales fortes, voire rédhibitoires (cf. fiches 13 à 17) :
- la situation du cours d'eau au regard de la loi du 29 juin 1984 modifiée, dite «loi pêche» : rivière réservée, rivière classée,
- la présence de mesures de protection du milieu naturel fortes sur le cours d'eau : arrêté de protection de biotope, site Natura 2000, réserve naturelle, etc,
- la proximité de l'habitat avec les équipements de production (nuisances phoniques),
- l'insertion du projet dans un site et un paysage sensible : parc naturel régional, site inscrit ou classé, espace soumis à une directive paysagère, etc.

LES BUREAUX D'ÉTUDES SPÉCIALISÉS EN ENVIRONNEMENT

Le porteur d'un projet de PCH aura tout intérêt à s'associer à des personnes compétentes en évaluation environnementale de projets d'aménagements, d'ouvrages ou de travaux.

Il existe en France environ 600 bureaux d'études et consultants spécialisés en évaluation environnementale de projets d'aménagements. Ces structures peuvent mener entièrement l'évaluation environnementale, du début jusqu'à la fin, ou ne traiter que certaines composantes de l'environnement, ou bien encore ne traiter que certains types d'aménagements.

Quelques dizaines de structures travaillent sur les PCH et leurs impacts spécifiques sur les cours d'eau.

Il est à noter qu'il n'y a pas d'habilitation obligatoire, au sens strict du terme, des bureaux d'études pour réaliser des évaluations environnementales. Néanmoins, le maître d'ouvrage aura tout intérêt à s'associer à des personnes compétentes.

Pour réaliser ce premier diagnostic environnemental, le maître d'ouvrage ou le bureau d'études consultera utilement certains services locaux, départementaux ou régionaux :
- la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement),
- la DDE (Direction Départementale de l'Equipement),
- la DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt),
- l'Agence de l'Eau, le Conseil Supérieur de la Pêche, les mairies, etc.

Les contraintes sont tout autres pour la réhabilitation d'un site existant ; elles sont de manière générale beaucoup moins lourdes. Pour un vieux moulin à

réhabiliter, l'exploitation a été théoriquement légalisée et possède un droit d'usage de l'eau. Le propriétaire est, par contre, tenu de fournir la preuve de l'antériorité de l'ouvrage. Les recherches doivent s'effectuer dans les archives familiales, les actes notariés, les archives municipales ou départementales. Pour un titre de propriété mentionnant l'existence du moulin avant 1789 (cours d'eau non domanial, cf. fiche 8), l'ouvrage est alors fondé en titre.

QUELQUES SOURCES D'INFORMATIONS POUR LA RECHERCHE DE SITES EXISTANTS...

Cartes IGN au 1/25 000
Sur ces cartes sont indiqués certains moulins, anciennes minoteries, usines avec représentation des barrages ou chaussées.

Cadastre
Disponible dans les mairies, celui-ci permet de situer de façon plus précise la position des moulins.

Cartes de Cassini
Cassini fut chargé par Louis XV de dresser la carte détaillée du royaume. Celle-ci fut établie à l'échelle d'une ligne pour 100 toises, c'est-à-dire au 1/86 400. Les sites hydrauliques y sont symbolisés par une petite roue.

Archives départementales
Les séries d'archives départementales correspondent à des renseignements déposés par les administrations des Ponts et Chaussées, Impôts, etc. On y trouve de nombreuses notes et photocopies de lettres, procès, baux et les plans de roues et de situation des moulins. Les séries M, P et S constituent des sources de données privilégiées.



Extrait de carte Cassini

Au delà des aspects environnementaux, il est bien sûr indispensable d'avoir une maîtrise foncière pour les terrains nécessaires aux différentes parties de la PCH. Il peut s'agir soit d'un droit de passage, pour une conduite forcée par exemple, soit d'une location ou d'un achat, pour le bâtiment abritant les équipements de production par exemple.

L'économie du projet

Selon la configuration du site étudié et compte-tenu de la possible existence d'équipements anciens susceptibles d'être réhabilités, l'importance des travaux est extrêmement variable et ne peut faire l'objet que d'une approche au cas par cas ; la prise en compte d'une valeur moyenne n'a guère de signification.

Les coûts d'investissements et d'exploitation d'une PCH sont développés dans les fiches 18 et 19. Ne sont présentés ici que quelques logiciels utiles dans le cadre d'une analyse préliminaire.

QUELQUES LOGICIELS UTILES POUR UNE ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES POTENTIALITÉS HYDROÉLECTRIQUES D'UN SITE...

PACHA

Développé par ISL, PACHA peut être utilisé dans les délégations de l'ADEME. Il est destiné à l'analyse préliminaire des potentialités hydroélectriques d'un site de moyenne et basse chutes sur lequel le barrage est existant. Il utilise un nombre restreint de paramètres et est adapté au contexte français. Pour un site donné, PACHA permet l'estimation du productible, l'estimation de la rentabilité du projet, l'archivage et l'impression des principales caractéristiques du projet.

PEACH

PEACH est aussi un logiciel développé par ISL, en collaboration avec l'ADEME et l'ESHA (Association Européenne pour la Petite Hydraulique), pour l'analyse préliminaire des PCH. Les développements récents, à l'échelle européenne, ont abouti à la version 2.0. PEACH permet :
- la saisie des données naturelles correspondant à un site,
- la création d'un projet et de variantes de projet, compatibles avec les conditions naturelles,
- le dimensionnement de chacune des composantes de l'aménagement : seuil, conduite forcée, turbine, etc,
- l'analyse technico-économique de l'aménagement : calcul du productible, coût, taux de rentabilité interne, etc.

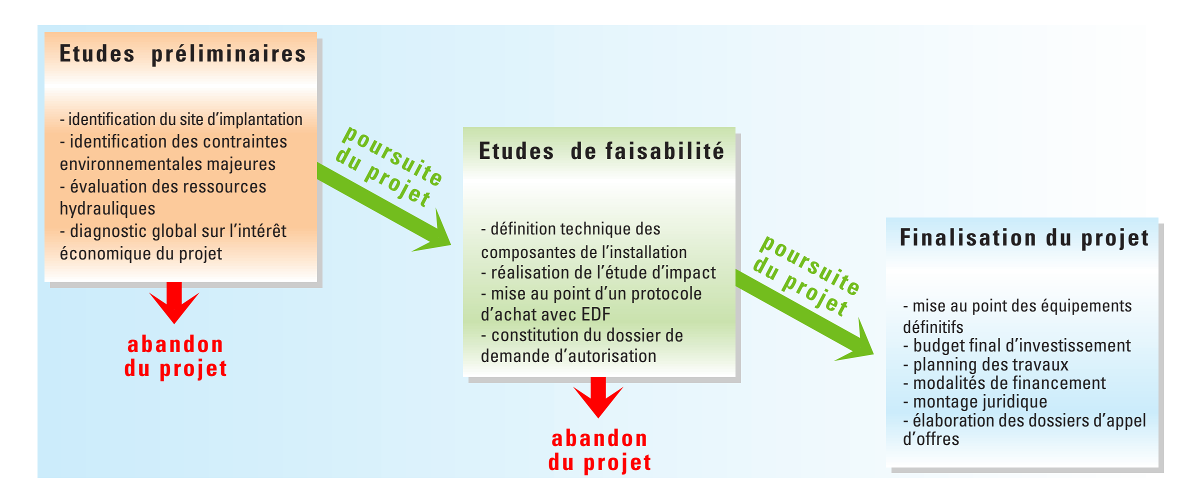
PEACH est davantage un outil d'ingénierie que PACHA.

PROPHETE

Développé en coordination avec l'ADEME et le BRGM, PROPHETE fournit une estimation de la rentabilité d'une PCH. Il intègre les relevés effectués sur 2000 stations de jaugeage, des données pluviométriques, des données sur les recettes résultant de la vente à EDF... Par contre, PROPHETE n'est pas un outil récent.

Les phases d'un projet

On peut distinguer schématiquement 3 phases principales dans l'élaboration d'un projet : Les études préliminaires (ou pré-diagnostic), les études de faisabilité et la demande d'autorisation (ou avant-projet sommaire), et les études de finalisation du projet (ou avant-projet détaillé).
Chaque phase d'étude doit aborder les aspects techniques, les aspects environnementaux, les aspects économiques et financiers.
Faire l'impasse des études environnementales, au stade du pré-diagnostic, représente une erreur qui peut être lourde de conséquences. Chaque phase d'étude doit permettre de décider de la poursuite ou non du projet. Un producteur ne peut se lancer dans des études lourdes, nécessitant de forts investissements, pour un projet qui a toutes les chances d'être rejeté. La progressivité et la globalité dans la démarche sont donc primordiales.



CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Le montage d'un projet nécessite des études cohérentes, progressives et continues. Le porteur de projet doit accorder la même importance aux études techniques, environnementales, et technico-économiques.**
- **Pour l'analyse de la ressource hydraulique, le concepteur du projet pourra utilement consulter la base de données HYDRO, s'appuyer sur les différents services producteurs ou gestionnaires de données. Les mesures hydrologiques sont significatives si elles ont été réalisées récemment sur plus de dix ans.**
- **Dès la phase études préliminaires, le concepteur du projet doit prendre en compte les possibilités de raccordement au réseau, d'accès, de risques naturels majeurs.**
- **Les premières études d'environnement consistent à répertorier les contraintes majeures, voire rédhibitoires. La réhabilitation d'un site existant est le plus souvent mieux acceptée que la recherche d'un nouveau site.**
- **Plusieurs logiciels ont été développés pour permettre une première estimation sommaire des potentialités d'un site : PACHA, PEACH, PROPHETE. Les logiciels ont été développés en partenariat avec l'ADEME.**
- **On peut distinguer 3 phases principales dans l'élaboration d'un projet : les études préliminaires, les études de faisabilité, les études de finalisation du projet.**

FICHE N° 4

LES PARTENAIRES D'UN PROJET

Pour monter son projet, le maître d'ouvrage va s'appuyer sur différentes catégories de personnes ou d'organismes impliqués professionnellement dans la filière PCH. Cette fiche a pour objectif de les présenter.

Le porteur de projet aura également tout intérêt à prendre contact, en amont du projet, avec les services administratifs impliqués et notamment la police des eaux. Ces services sont présentés dans la fiche 5.

En définitive cette fiche présente successivement :
- l'ADEME, ses délégations régionales,
- les syndicats de producteurs autonomes,
- l'ingénierie et les constructeurs d'ouvrages,
- divers organismes de financement, associations, assurances...

L'ADEME (Agence De l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie)

Cet établissement de l'Etat, à caractère industriel et commercial, exerce des actions d'animation, de recherche, de prestation de services, d'information dans les domaines suivants :

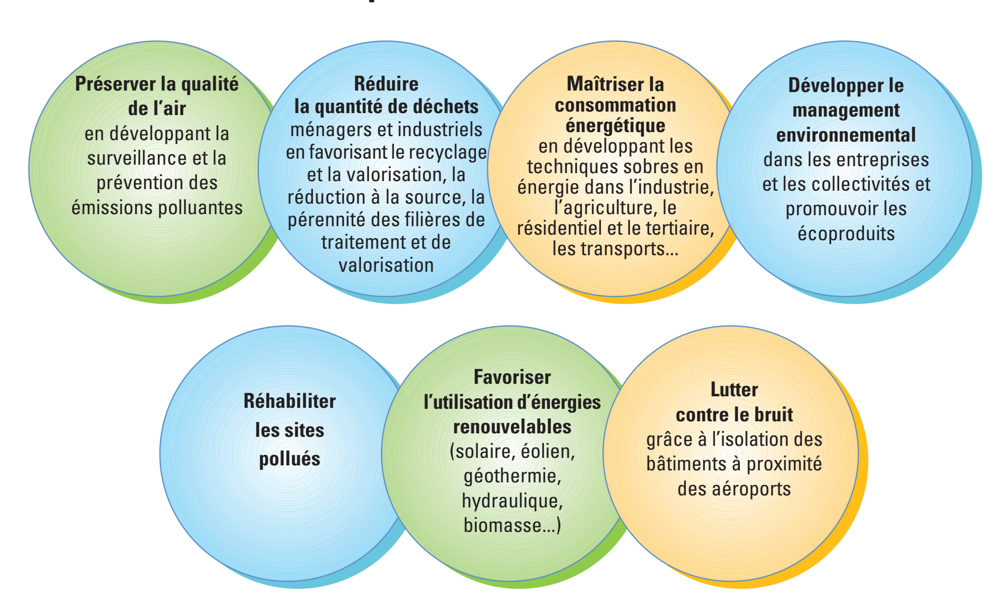
- prévention et lutte contre la pollution de l'air,
- limitation de la production de déchets,
- réalisation d'économies d'énergie,
- développement des énergies renouvelables,
- développement du management environnemental,
- réhabilitation de sites pollués,
- lutte contre le bruit.

L'ADEME est donc étroitement associée à la mise en œuvre des politiques de l'Etat dans les domaines de l'environnement et de l'énergie et contribue au respect des engagements internationaux pris par la France.

Pour les projets de PCH, énergies renouvelables par excellence, l'ADEME peut apporter un appui à trois niveaux :
- Au niveau du pré-diagnostic : identification des problèmes, analyse des solutions envisageables, appui financier à hauteur de 70 % du montant du pré-diagnostic,
- Au niveau des études de faisabilité : analyse plus approfondie avec un appui financier qui peut atteindre 50 % du montant des études,
- Au niveau des investissements : appui financier qui peut monter à 20 % des investissements en faveur de l'environnement.

L'ADEME dispose de 22 délégations régionales en France métropolitaine et de 5 délégations dans les départements et territoires d'outre-mer. Vous trouverez leurs coordonnées complètes à la fin de ce guide.

Les champs d'intervention de l'ADEME



Les syndicats de producteurs autonomes

Les trois principaux syndicats regroupant les producteurs autonomes en France sont :

- GPAE (Groupement des Producteurs Autonomes d'Energie hydro-électrique),
- EAF (Electricité Autonome Française),
- ECOWATT.

A l'échelle européenne, il existe également un syndicat, l'ESHA (Association Européenne pour la Petite Hydraulique) basée à Bruxelles.

Ces syndicats ont pour vocation de rassembler les producteurs d'énergie hydroélectrique, de promouvoir la profession du niveau local au niveau européen, de collecter des informations et de les mettre à disposition des adhérents. Les syndicats peuvent en conséquence apporter un appui :
- à des questions techniques : évolution des matériels et technologies,
- à des questions réglementaires et juridiques : contrats d'achat, loi sur l'eau, etc,
- à des questions économiques : nouvelle tarification, conditions d'achat,
- à des questions scientifiques : environnement, hydrobiologie,
- à des questions relatives à l'évolution des marchés de l'énergie : perspectives françaises et européennes.

Ces syndicats ont des liens avec les producteurs d'autres énergies renouvelables. Au niveau national, GPAE et EAF ont un site internet (cf. p.146).

Ingénierie et construction d'ouvrages

Les emplois dans l'ingénierie et la construction d'ouvrages peuvent se répartir dans les catégories suivantes :

- les concepteurs (Bureaux d'études techniques),
- les constructeurs,
- les ensembliers,
- les maîtres d'œuvre.

Dans l'exploitation des ouvrages, on trouve les exploitants-gestionnaires, les gardiens, ainsi que les spécialistes en maintenance et rénovation.

LE POIDS DE LA PROFESSION

- De **2500 à 3000** emplois (en équivalent temps plein)
- Un chiffre d'affaires de l'ordre de **400 millions d'euros** (données GPAE)
- De **1000 à 1500** emplois dans la maintenance et le gardiennage
- Des cadres, techniciens, ingénieurs représentant **30 %** de l'effectif total

On peut souligner que, dans les années de développement de la petite hydraulique, la France avait un savoir-faire reconnu et valorisé dans le monde entier.

Au moment de l'effondrement du marché national, les entreprises françaises ont été contraintes de développer leur activité à l'export. Les entreprises n'ont pas toujours réussi à franchir ce cap de l'exportation. Certaines ont connu des difficultés et ont fait faillite, d'autres ont été rachetées par des groupes étrangers.

Les entreprises qui se maintiennent aujourd'hui et qui travaillent à l'export, ont développé une politique de partenariat avec des entreprises étrangères. L'activité à l'export représente en moyenne 80 % du chiffre d'affaires. La place de l'offre française est estimée de 10 à 15 % du marché mondial, hors Chine et Inde où le marché est très important, mais pratiquement fermé aux constructeurs occidentaux. Néanmoins, ces entreprises ne peuvent offrir la même « vitrine technologique » que par le passé ; c'est-à-dire la capacité du réseau d'expertise français à proposer des solutions technologiques adaptées, innovantes, évolutives.

En fonction de ses besoins et de sa propre capacité d'expertise, le maître d'ouvrage d'un projet se rapprochera d'un concepteur, d'un constructeur, d'un maître d'œuvre, ou d'un ensemblier concepteur-constructeur. Soulignons qu'il existe aussi des syndicats, des ingénieurs-conseil, des constructeurs de petites turbines hydrauliques.

Divers

Les autres partenaires, sans prétention d'exhaustivité, sont :

- les organismes de prêt,
- les compagnies d'assurances,
- les collectivités locales impliquées,
- les Syndicats d'électrification rurale,
- le Syndicat des Constructeurs de Petites Turbines Hydrauliques (SCPTH),
- les Centres de Recherche-Développement (CEMAGREF par exemple),
- les producteurs situés à proximité du site envisagé,
- certaines associations (CLER par exemple),
- la SHF (Société Hydraulique de France)

LE COMITÉ DE LIAISON ENERGIES RENOUVELABLES (CLER)

Le Comité de Liaison Energies Renouvelables (CLER) est une association loi 1901 créée en 1984, regroupant plus de 150 professionnels répartis sur tout le territoire national :

- Industriels, constructeurs, installateurs, distributeurs,
- Bureaux d'études, architectes,
- Fédérations et syndicats professionnels,
- Centres de recherche et de formation, universités,
- Collectivités locales,
- Associations,
- Agences de l'énergie.

Le CLER mène des actions locales, régionales, nationales et internationales :

- Animer un réseau d'acteurs de terrain,
- Informer (centre de ressources documentaires, site Web),
- Communiquer (documents thématiques, revue bimestrielle),
- Favoriser la réflexion (séminaires, journées d'études, visites),
- Accompagner les projets de développement des énergies renouvelables,
- Soutenir les créations d'emplois dans ce domaine,
- Représenter les professionnels de la filière auprès des institutions nationales et européennes.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **L'ADEME est un partenaire privilégié pour un porteur de projet de PCH. Cet établissement public impliqué dans la promotion des énergies renouvelables, peut apporter un appui technique et financier aux différents stades du projet, du pré-diagnostic à la phase de réalisation.**

- **Les syndicats de producteurs autonomes ou les organismes d'ingénierie et de construction d'ouvrages peuvent apporter leurs compétences pour les multiples aspects d'un projet : questions techniques, réglementaires, juridiques, etc.**

- **Il sera toujours utile pour un porteur de projet de diversifier ses partenaires pour bâtir le meilleur compromis entre des contraintes techniques, environnementales, économiques, et sociales.**

FICHE N° 5

LE DROIT D'UTILISATION DE L'ENERGIE HYDRAULIQUE

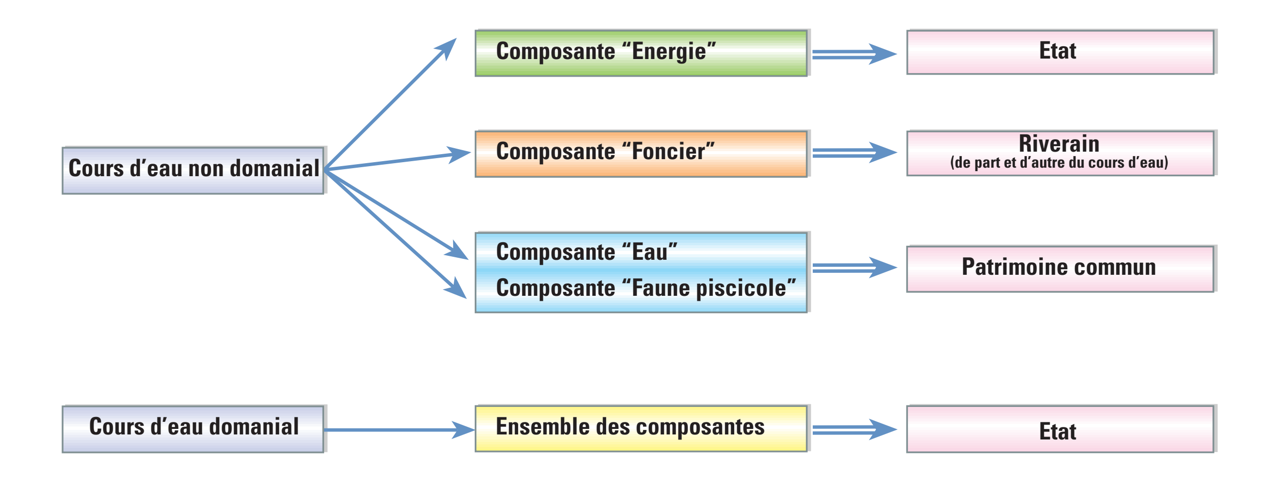
Les premières centrales hydroélectriques ont été créées au début du XX° siècle. Pour permettre une utilisation rationnelle de l'énergie potentielle des cours d'eau, l'Etat a mis en place une réglementation dès cette époque.

Le contexte réglementaire a, par la suite, pris en compte progressivement la dimension environnementale du cours d'eau. Le droit relatif à l'environnement est présenté dans la fiche 6 (loi sur la Protection sur la nature de 1976, loi Pêche de 1984, loi sur l'Eau de 1992…)

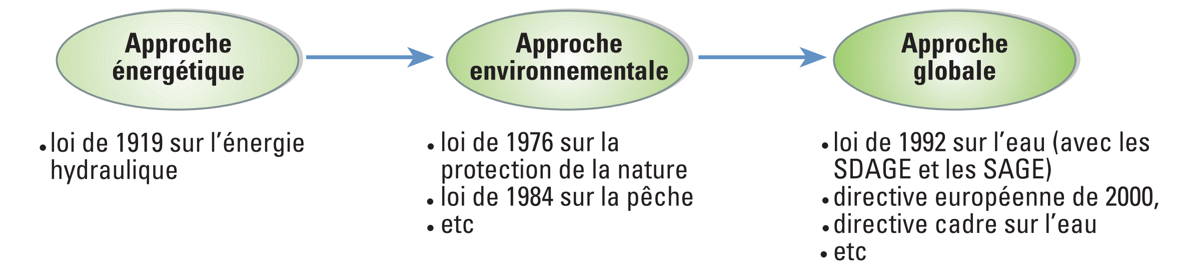
En définitive, cette fiche présente principalement la réglementation liée à l'énergie du cours d'eau, et la procédure d'instruction pour l'autorisation d'une PCH. Elle comprend :

- Les principes de la loi de 1919,
- Les principales modifications ultérieures, les lois sur l'électricité,
- Les pièces du dossier de demande d'autorisation,
- La procédure d'instruction, les services instructeurs,
- Le cahier des charges type d'une entreprise hydraulique.

Les composantes juridiques d'un cours d'eau



Evolution du contexte législatif et réglementaire



Les principes de la loi de 1919 modifiée

L'article 1 de la loi du 16 octobre 1919 stipule que « nul ne peut disposer de l'énergie des marées, des lacs et des cours d'eau, quel que soit leur classement, sans une concession ou une autorisation de l'Etat ».
Cette loi définit deux régimes d'exploitation des centrales hydroélectriques :

- le régime de l'autorisation, accordé par arrêté préfectoral, pour les puissances inférieures à 500 kW* (ce seuil a été porté à 4500 kW par la loi de 1980 relative aux économies d'énergie),
- le régime de la concession, accordé également par arrêté préfectoral depuis 1999, pour les puissances supérieures à 500 kW (4500 kW actuellement).

Régime administratif d'une chute d'eau en fonction de sa puissance

Puissance maximum brute	Régime administratif	Nature du pétitionnaire	Service instructeur	Document relatif à l'environnement
P < 500 kW	Autorisation	Personne physique ou morale Collectivité locale EDF	Service chargé de la Police des Eaux	Notice d'impact
500 < P < 4500 kW	Autorisation	Personne physique ou morale Collectivité locale EDF	Service chargé de la Police des Eaux	Etude d'impact
4500 < P < 12 000 kW	Concession	Personne physique ou morale Collectivité locale EDF	DRIRE	Etude d'impact

La loi de 1919 ne fait pas de différence entre les cours d'eau domaniaux et non domaniaux ; l'énergie hydraulique est une richesse nationale et l'Etat est doté de pouvoirs étendus pour son exploitation.

Le régime de la concession

Ce régime concerne peu les producteurs autonomes, la puissance de leur PCH étant en général inférieure à 4500 KW. La durée maximale de la concession est fixée à 75 ans ; elle est renouvelable par tranches de 30 ans. Le concessionnaire acquiert les terrains nécessaires au nom de l'Etat et dispose de certaines prérogatives de la puissance publique : possibilité d'exproprier, d'imposer des servitudes de canalisation, etc. Mais il se voit imposer un certain nombre de contreparties : retour des biens à l'Etat en fin de concession, mise à disposition de réserves en eau et en énergie, redevance financière versée à l'Etat, compensation du préjudice piscicole, etc.

*Les installations d'une puissance inférieure à 150 kW, antérieures à 1919, sont classées à part.

Le régime de l'autorisation

C'est le régime le plus fréquent. Il est également prévu dans la loi de 1919 pour une durée maximale de 75 ans avec possibilité de renouvellement. Ce délai est plutôt ramené à 30 ans actuellement, ce qui permet dans le cadre du renouvellement de l'autorisation, d'obliger le pétitionnaire à se mettre en conformité avec la nouvelle réglementation. L'autorisation ne donne aucun droit particulier d'expropriation ou de servitude. Elle est révocable. Elle peut être retirée, notamment sur les cours d'eau domaniaux, si l'intérêt général le justifie. Elle est personnelle et tout changement de propriétaire doit être notifié au Préfet.

A l'expiration du délai d'autorisation, le producteur doit rétablir la libre circulation des eaux ou céder son installation à l'Etat avec versement d'une indemnité par ce dernier. La concession ou l'autorisation d'une PCH donne lieu à une instruction administrative et à une enquête publique.

LE DROIT ANTÉRIEUR À LA LOI DE 1919

L'énergie hydraulique, liée à la pente des cours d'eau, est utilisée depuis la construction des moulins à eau.

Plus de 75 000 moulins étaient recensés en France au début du XIX° siècle et encore près de 50 000 au début du XX° siècle.

A partir de 1850, l'utilisation de l'énergie hydraulique a été révolutionnée par plusieurs inventions : turbines hydrauliques, conduites forcées, transformateurs, lignes électriques assurant le transport de l'énergie et son utilisation à distance. Certaines vallées de montagne ont alors connu un essor industriel grâce à l'hydroélectricité, appelée « houille blanche ».

Son développement se heurtait néanmoins à des obstacles juridiques importants, en raison du nombre de propriétaires concernés. En effet, le droit d'usage de l'eau et de son énergie appartenait alors à tous les riverains ; en conséquence, l'industriel, soucieux d'équiper une chute, devait recueillir l'accord de l'ensemble des propriétaires riverains du cours d'eau, entre la prise et la restitution des eaux.

A défaut, il risquait de voir engager un recours judiciaire par ces derniers. Un certain nombre de spéculateurs, allaient même jusqu'à acheter une partie ou la totalité des terrains riverains d'un cours d'eau, afin de revendre ensuite au prix fort les droits de riveraineté, indispensables à l'équipement de la chute.

La loi de 1919 a été mise en place dans l'objectif d'utiliser au mieux la richesse nationale que représente l'énergie hydraulique.

Les principales modifications ultérieures, les lois sur la production électrique

Loi de 1946 sur la nationalisation de l'électricité et loi de 1949 (dite loi Armengaud)

Cette loi consacre la nationalisation de l'électricité qui est d'intérêt stratégique pour la France. EDF acquiert le monopole de la distribution électrique et de la production, sous réserve des dérogations suivantes :
- les centrales appartenant à la SNCF, aux Houillères Nationales, à la Compagnie Nationale du Rhône,
- les entreprises de production d'électricité dont la production annuelle moyenne en 1942 et 1943 a été inférieure à 12 millions de kWh,
- les installations de production d'électricité construites par les entreprises pour les besoins de leur exploitation, à condition qu'elles fonctionnent comme accessoire de la production principale par récupération d'énergie résiduaire,
- les installations des collectivités locales récupérant l'énergie des déchets urbains et les installation de cogénération,
- les aménagements de production d'énergie des entreprises ou particuliers lorsque la puissance installée des appareils de production n'excède pas 8 000 kW.

Décrets du 20 mai 1955 et du 28 novembre 1956

Le premier impose à EDF l'obligation d'acheter l'énergie fournie par les producteurs autonomes. Le second précise les conditions de vente et d'achat du courant électrique et les tarifs correspondants. Ces tarifs sont actualisés périodiquement.

Loi de 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur

Cette loi relève notamment le seuil de l'autorisation préfectorale de 500 kW à 4500 kW afin de favoriser le développement de la petite hydraulique.

Loi de 1985 relative au développement et à la protection de la montagne

Elle encourage notamment les collectivités en zone de montagne à valoriser leurs ressources énergétiques et notamment l'énergie hydraulique.
Elle a notamment instauré la possibilité d'exproprier les terrains ou les grever de servitudes pour les collectivités locales, lorsqu'elles aménagent et exploitent directement une usine hydraulique soumise à autorisation.

Loi de 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité

Cette loi précise que des objectifs de production par source d'énergie primaire, par technique de production et par zone géographique seront fixés. Cette programmation est établie de manière à laisser une place croissante aux productions décentralisées et aux technologies nouvelles. D'autre part, le seuil d'obligation d'achat des énergies renouvelables passe de 8 MW à 12 MW.

Les pièces du dossier de demande d'autorisation

C'est le décret n° 95-1204 du 6 novembre 1995 qui fixe les pièces et informations que doit comprendre le dossier de demande d'autorisation d'une PCH*, en application notamment des lois de 1919 (relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique), de 1976 (relative à la protection de la nature, cf. fiche 6), de 1983 (relative à la démocratisation des enquêtes publiques, cf. fiche 7), de 1992 (loi sur l'Eau, cf. fiche 6).

LES PIÈCES DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION

1 – Le nom et l'adresse du demandeur,
2 – L'emplacement sur lequel les ouvrages doivent être réalisés,
3 – Les caractéristiques principales des ouvrages et les justifications les concernant :
débit maximal dérivé,
hauteur de chute maximale,
puissance maximale brute hydraulique,
volume stockable,
débit maintenu dans la rivière.
4 – Etude d'impact lorsque la puissance maximale brute égale ou dépasse 500 kW ; notice d'impact lorsque cette puissance est inférieure à 500 kW.
5 – Plan des terrains qui seront submergés à la cote de retenue normale,
6 – Eléments graphiques, plans ou cartes utiles à la compréhension du dossier,
7 – Profil en long de la section du cours d'eau et de la dérivation,
8 – Indication des premiers ouvrages placés en amont et en aval,
9 – Durée de l'autorisation demandée et durée probable des travaux,
10 – Evaluation sommaire des dépenses d'établissement,
11 – Note précisant les capacités techniques et financières du pétitionnaire, ainsi que sa nationalité,
12 – Documents justifiant de la libre disposition des terrains par le pétitionnaire,
13 – S'il y a défrichement, document faisant apparaître la situation et l'étendue,
14 – Pour les usines d'une puissance supérieure à 500 kW, accords entre le pétitionnaire et les collectivités, soit au point de vue financier, soit à celui des fournitures en eau et en force,
15 – Pour les usines d'une puissance supérieure à 500 kW, les propositions de répartition entre les communes de la valeur locative de la force motrice de la chute et de ses aménagements
16 – Un projet de règlement d'eau, établi conformément au règlement d'eau type approuvé par décret,
17 – L'indication des moyens de surveillance prévus et, si l'opération présente un danger, des moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident.

*pour une demande de concession de PCH, voir fiche 6

Pour les collectivités locales qui sollicitent une déclaration d'utilité publique, le dossier doit aussi contenir l'avis du service des domaines ainsi que les indemnités pour droits à l'usage de l'eau non exercés.

Les services instructeurs, la procédure d'instruction

Le Préfet qui réceptionne le dossier de demande d'autorisation transmet celui-ci au service chargé de la Police de l'Eau.

LA POLICE DE L'EAU

Le Service de Police de l'Eau était de la responsabilité de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) pour les rivières non domaniales ou de la Direction Départementale de l'Equipement (DDE) pour les rivières domaniales ou des services de navigation (VNF) pour les cours d'eau et voies navigables. Aujourd'hui, les Missions Interservices de l'Eau (MISE) regroupent fonctionnellement ces différents services. La MISE devient donc le « guichet unique » pour le porteur de projet de PCH.
La Police de l'Eau est notamment chargée d'instruire les dossiers de demande d'autorisation, de contrôler sur le terrain les prescriptions formulées, de lutter contre la pollution des cours d'eau, de participer à l'élaboration de documents de planification comme les SAGE ou les SDAGE (cf. fiche 6).

Les 4 organismes, bien souvent les plus fortement impliqués dans la phase instruction du projet, sont (en plus de la MISE) :

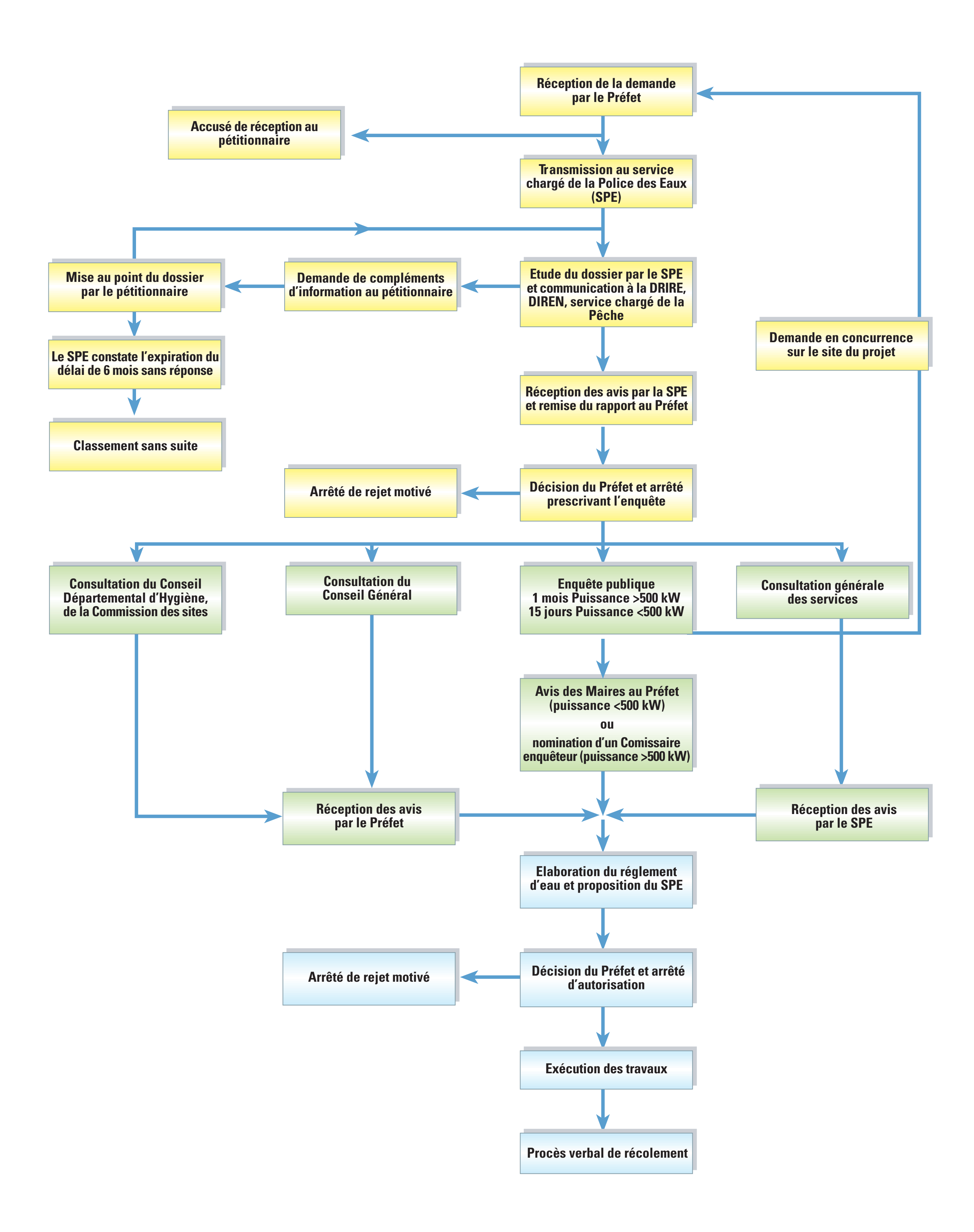
- la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN),
- la Direction Régionale de l'Industrie, la Recherche et l'Environnement (DRIRE),
- la Fédération Départementale de Pêche,
- le Conseil Supérieur de la Pêche.

L'instruction du dossier prévoit également de consulter le Conseil Général, le Conseil Départemental d'Hygiène, et la Commission des Sites lorsque l'ouvrage concerne notamment un site inscrit ou classé au titre de la loi de 1930.
Si le projet s'inscrit dans un parc naturel régional (PNR), celui-ci doit être consulté.

La procédure administrative d'instruction du dossier comprend trois phases principales :

- l'étude du dossier par le service de la Police des Eaux en coordination avec la DIREN, la DRIRE, le service chargé de la Pêche,
- l'enquête publique avec en parallèle la consultation générale des services, du Conseil Général, du Conseil Départemental d'Hygiène et éventuellement de la Commission des Sites ou du PNR ; cette phase aboutissant à l'élaboration du règlement d'eau,
- le procès verbal de récolement après l'exécution des travaux.

Organigramme simplifié de la procédure administrative d'instruction d'une demande d'autorisation



Le modèle de règlement d'eau d'une entreprise autorisée à utiliser l'énergie hydraulique

C'est le décret n°95-1205 du 6 novembre 1995 qui définit ce règlement aujourd'hui. Celui-ci, présenté en annexe du décret, comprend 32 articles.

LE RÈGLEMENT D'EAU PRÉSENTÉ DANS LE DÉCRET DU 6 NOVEMBRE 1995

Article 1 : autorisation de disposer de l'énergie
Article 2 : section aménagée
Article 3 : acquisition des droits particuliers à l'usage de l'eau exercés
Article 4 : éviction des droit particuliers à l'usage de l'eau non exercés
Article 5 : caractéristiques de la prise d'eau
Article 6 : caractéristiques du barrage
Article 7 : évacuateur de crues, déversoir et vannes, dispositifs de prise et de mesure de débit à maintenir
Article 8 : canaux de décharge et de fuite
Article 9 : mesures de sauvegarde
Article 10 : repère
Article 11 : obligations de mesures à la charge du permissionnaire
Article 12 : manœuvre des vannes de décharge et autres ouvrages
Article 13 : chasses de dégravage
Article 14 : vidange
Article 15 : manœuvres relatives à la navigation
Article 16 : entretien de la retenue et du lit du cours d'eau
Article 17 : observation des règlements
Article 18 : entretien des installations
Article 19 : dispositions applicables en cas d'incident ou d'accident, mesures de sécurité civile
Article 20 : réserve des droits des tiers
Article 21 : occupation du domaine public
Article 22 : communication des plans
Article 23 : exécution des travaux, récolement, contrôles
Article 24 : mise en service de l'installation
Article 25 : réserves en force
Article 26 : clauses de précarité
Article 27 : modifications des conditions d'exploitation en cas d'atteinte à la ressource en eau
Article 28 : cession de l'autorisation, changement dans la destination de l'usine
Article 29 : redevance domaniale
Article 30 : mise en chômage, retrait de l'autorisation, cessation de l'exploitation
Article 31 : renouvellement de l'exploitation
Article 32 : publication et exécution

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Le contexte réglementaire lié à l'utilisation de l'énergie hydraulique a progressivement évolué au cours du XX° siècle, d'une approche sectorielle « énergétique » vers une approche environnementale, puis une approche globale du cours d'eau.**

- **La loi de 1919 a instauré deux régimes d'exploitation des PCH, le régime de l'autorisation et le régime de la concession. Elle ne concerne pas les installations hydrauliques fondées en titre.**

- **La réglementation relative à la petite hydroélectricité est directement dépendante des lois de 1946 et 1949 sur la nationalisation de l'électricité, et de 2000 sur la modernisation du service public de l'électricité.**

- **Deux décrets du 6 novembre 1995 définissent le contenu du dossier de demande d'autorisation d'une PCH, et le modèle de règlement d'eau. Ces décrets prennent en compte les lois modifiées de 1919, de 1976 (sur la protection de la nature), de 1983 (sur la démocratisation des enquêtes publiques), de 1992 (sur l'eau).**

FICHE N° 6

LE DROIT DE L'ENVIRONNEMENT

A compter des années 1970, la composante Environnement est devenue une donnée majeure dans la conception d'une PCH. Le contexte législatif et réglementaire national a pris en compte l'environnement avec notamment les lois sur la protection de la nature (1976), sur la pêche (1984), sur l'eau (1992).

A cette réglementation nationale, s'ajoute la réglementation européenne, avec notamment la mise en place progressive ces dernières années du réseau Natura 2000 et la parution de la directive cadre sur l'eau de novembre 2000.

Cette fiche a pour objectif de présenter les caractéristiques principales de la législation environnementale appliquée aux PCH. Elle présente successivement :
• la loi sur la protection de la nature qui a instauré l'étude d'impact,
• la loi pêche et la libre circulation du poisson,
• la loi sur l'eau,
• deux directives européennes : la directive « habitats » et la directive cadre sur l'eau.

La loi sur la protection de la nature de 1976 ; l'étude d'impact

La loi n° 76-629 du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature, présente dans son article 2 un grand principe du droit de l'environnement : l'obligation de prendre en compte ce dernier à l'occasion de toute action ou décision publique ou privée risquant de générer des impacts sur celui-ci. Ce même article prévoit la réalisation d'une étude d'impact préalable à l'engagement d'aménagements et d'ouvrages pouvant porter atteinte à l'environnement.
Le champ d'application et le contenu des études d'impact ont été précisés et complétés depuis le premier décret d'application de 1977 :
- assujétissement des PCH supérieures à 500 kW à l'étude d'impact, par le décret de 1993,
- mise en conformité avec la directive européenne de 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement,
- ajout de nouveaux chapitres au dossier d'étude d'impact,
- prise en compte des effets sur la santé…

ARTICLE L.122-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

« Les études préalables à la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences ».

La fiche 13 décrit de manière plus complète l'étude d'impact appliquée à la petite hydraulique.

LES TROIS OBJECTIFS PRINCIPAUX DE L'ÉTUDE D'IMPACT

L'étude d'impact est une analyse scientifique et technique permettant d'envisager les conséquences futures d'un projet d'aménagement sur l'environnement. L'étude d'impact doit être complète, précise et sérieuse.
Les thèmes de l'environnement à prendre en compte sont « la faune et la flore, les sites et les paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux naturels et les équilibres biologiques, la protection des biens et du patrimoine culturel, la commodité du voisinage (bruit, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la sécurité, la salubrité publique et la santé ».

Elle est à la fois :
- un instrument de protection de l'environnement,
- un instrument d'information pour les services de l'Etat et pour le public,
- un instrument d'aide à la décision pour le maître d'ouvrage du projet.

Outil de protection

L'objectif premier de l'étude d'impact est la protection de l'environnement.
Protéger l'environnement ne se limite pas seulement à conserver les espaces et les espèces et à classer les territoires pour les soustraire aux activités humaines.
Protéger l'environnement c'est également intégrer l'environnement dans les actions de planification et d'aménagement. C'est donc concevoir des projets respectueux de l'homme, des paysages et des milieux naturels. C'est concevoir des projets soucieux d'économiser l'espace et les ressources naturelles. Et c'est concevoir des projets limitant la pollution de l'eau, de l'air ou des sols.

Outil d'information

L'étude d'impact est un outil d'information pour les services de l'Etat, donneurs de l'autorisation administrative de fonctionnement. Dans ce cadre-là, elle est une des pièces officielles de la procédure de décision administrative et, de ce fait, elle est soumise au contrôle du juge administratif.
L'étude d'impact est également un outil d'information du public, notamment à travers l'enquête publique. L'étude d'impact constitue alors la pièce maîtresse du dossier de demande d'autorisation.

Outil d'aide à la décision

L'étude d'impact, en tant qu'analyse scientifique et technique des contraintes environnementales, constitue une des études préalables que le maître d'ouvrage doit conduire. Les autres études que ce dernier doit mener concernent l'analyse de la ressource hydraulique, la faisabilité des raccordements routier et électrique, les études de génie civil…
L'étude d'impact constitue une synthèse des diverses expertises environnementales conduites sur le site : expertises hydrobiologiques, choix du débit réservé, analyse paysagère,…
Conduite en parallèle des autres études, techniques et économiques, elle permet d'affiner le projet.

La loi Pêche du 29 juin 1984

La législation sur la pêche est ancienne (loi de 1829), fondée sur l'idée d'une gestion collective par des associations qui virent le jour dès la fin du XIX° siècle.

La protection du patrimoine piscicole est proclamée d'intérêt général par la loi du 29 juin 1984 (article 2) ainsi que la préservation du milieu aquatique.

Cette loi a apporté des modifications pour l'insertion environnementale des centrales hydroélectriques, dont les principales sont les suivantes :

- Le débit maintenu dans la rivière à l'aval du barrage doit être suffisant pour garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces piscicoles. Il ne peut être inférieur à 10 % du débit moyen annuel du cours d'eau, ou module, pour les ouvrages nouveaux ou lors du renouvellement des concessions ou autorisations. Les ouvrages régulièrement existant au 30 juin 1984 doivent se rapprocher progressivement de cette valeur avec une première échéance fixée au 30 juin 1987 pour atteindre le quarantième du module.

- Sur certains cours classés, tout ouvrage doit comporter des dispositifs assurant la circulation des poissons migrateurs (passes à poissons, glissières de dévalaison). L'exploitant de l'ouvrage est tenu d'assurer le fonctionnement et l'entretien de ces dispositifs.

- Le préfet peut exiger qu'Electricité De France n'achète plus d'électricité produite par une microcentrale irrégulièrement installée ou ne respectant pas les prescriptions imposées.

TRADUCTION DE CES PRINCIPES DANS LE CODE RURAL

Rivière « réservée »	—>	article 428-2
Débit maintenu dans la rivière	—>	article L.232-5 (L.432-5 du Nouveau Code l'Environnement)
Rivière « classée »	—>	article L 232-6 (L.432-6 du Nouveau Code l'Environnement)

La loi sur l'Eau du 3 janvier 1992

S'inscrivant dans le cadre d'un renforcement de la politique de l'environnement, tant au niveau communautaire que national, la loi sur l'eau de 1992 a considérablement rénové « le droit de l'eau » qui résultait jusqu'alors pour l'essentiel de la loi du 16 décembre 1964.

Cette loi apporte quatre innovations majeures :

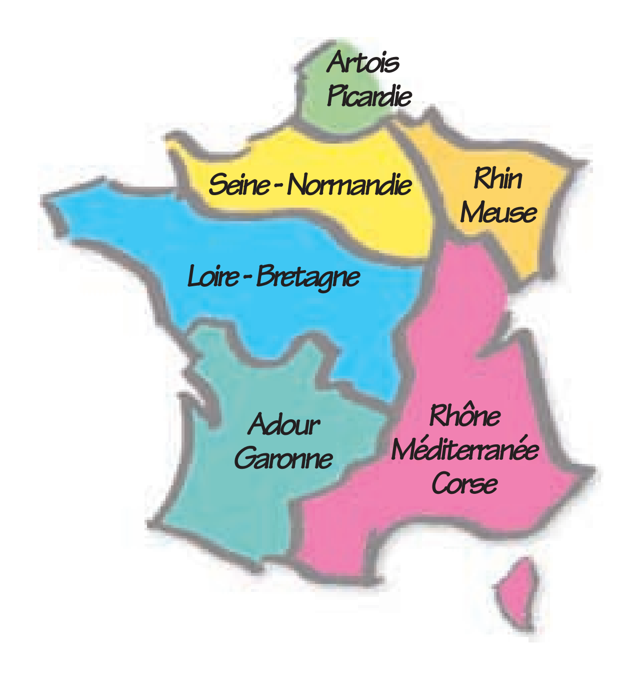
- au delà de sa valeur économique, la valeur fondamentale de l'eau est reconnue. A la conciliation des usages s'ajoute l'objectif d'une conservation patrimoniale, meilleure garantie d'une juste répartition de la ressource. Le caractère d'intérêt général du respect du milieu aquatique est confirmé ;

- la ressource en eau est considérée comme une entité unique. L'usage de l'eau est soumis à des règles semblables quel que soit son gîte, de même l'eau et le milieu aquatique doivent faire l'objet d'une approche globale. Le contrôle des prélèvements d'eau est renforcé, et le principe de la mesure affirmé ;

- la gestion de l'eau est planifiée au niveau de chaque bassin hydrographique par un document d'orientation opposable à l'Etat, ses établissements publics et les collectivités territoriales (SDAGE et SAGE) ;

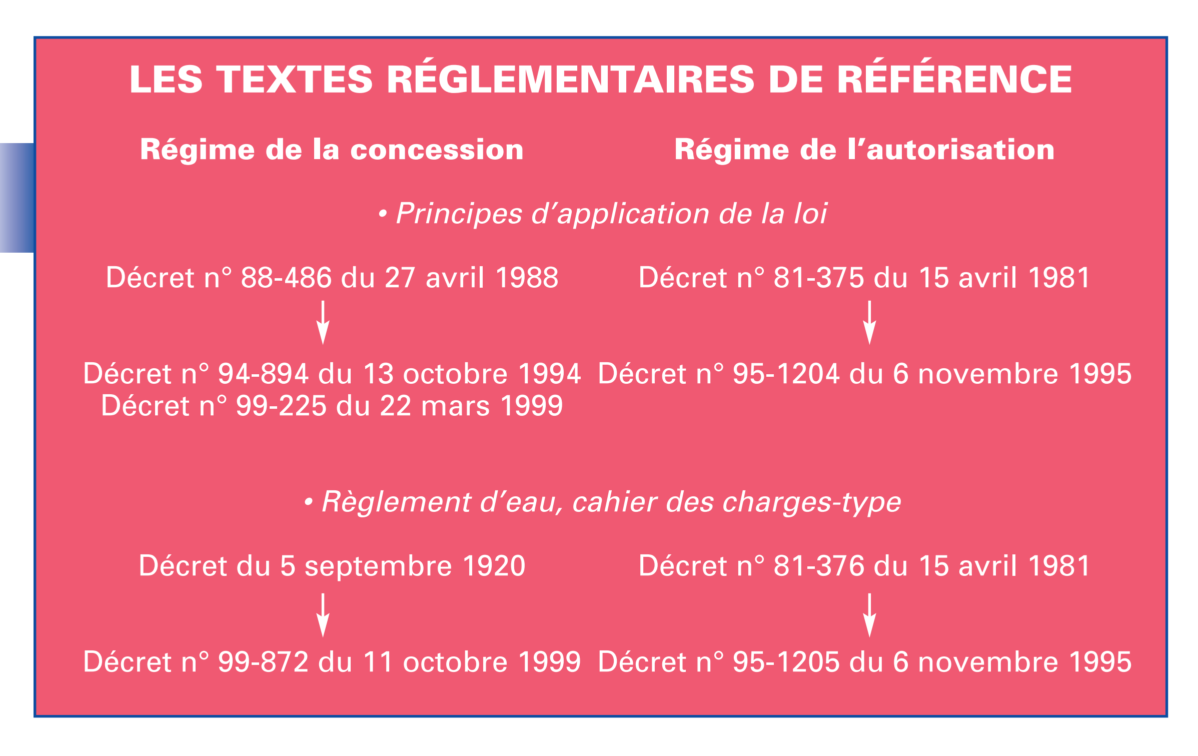
- les devoirs et les pouvoirs des collectivités territoriales sont accrus, notamment en matière d'assainissement des eaux usées et des eaux pluviales, et en matière d'entretien ou d'aménagement des milieux aquatiques ;

De nouvelles entités juridiques, les commissions locales de l'eau sont amenées à voir le jour.



Pour les six bassins hydrographiques, les six SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) ont été mis en place début 1997.

En conséquence, la loi sur l'eau a modifié certains aspects de la loi de 1919 relative à l'énergie hydroélectrique, tant pour le régime d'exploitation de la concession que celui de l'autorisation.



LES TEXTES RÉGLEMENTAIRES DE RÉFÉRENCE

Régime de la concession	**Régime de l'autorisation**
• Principes d'application de la loi	
Décret n° 88-486 du 27 avril 1988	Décret n° 81-375 du 15 avril 1981
↓	↓
Décret n° 94-894 du 13 octobre 1994 Décret n° 99-225 du 22 mars 1999	Décret n° 95-1204 du 6 novembre 1995
• Règlement d'eau, cahier des charges-type	
Décret du 5 septembre 1920	Décret n° 81-376 du 15 avril 1981
↓	↓
Décret n° 99-872 du 11 octobre 1999	Décret n° 95-1205 du 6 novembre 1995

• Le décret du 13 octobre 1994, relatif au régime de la concession, fixe une procédure unique valable pour la loi du 16 octobre 1919 et la loi du 3 janvier 1992. Les principales modifications sont :
- le dossier de demande est complété par certaines pièces intéressant le régime des eaux,
- le cahier des charges de la concession renvoie à un règlement d'eau arrêté par le préfet, et modifiable,
- la saisine systématique du Conseil Départemental d'Hygiène et la nécessité d'une enquête publique pour les renouvellements de concession (durée de l'ordre de 40 ans).

Le décret du 22 mars 1999 apporte de nouvelles modifications, avec notamment une instruction déconcentrée, au niveau du préfet du département pour les concessions d'une puissance inférieure à 100 MW.

• Le décret du 6 novembre 1995, relatif au régime de l'autorisation prévoit :

- une consultation du Conseil Général, notamment en ce qui concerne l'énergie réservée,
- une consultation systématique du Conseil Départemental d'Hygiène,
- une consultation, dans certains cas, de la Commission des Sites,
- une procédure de récolement des travaux,
- une cohérence dans la procédure avec le décret n° 93-742 du 29 mars 1993, relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues par l'article 10 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992.

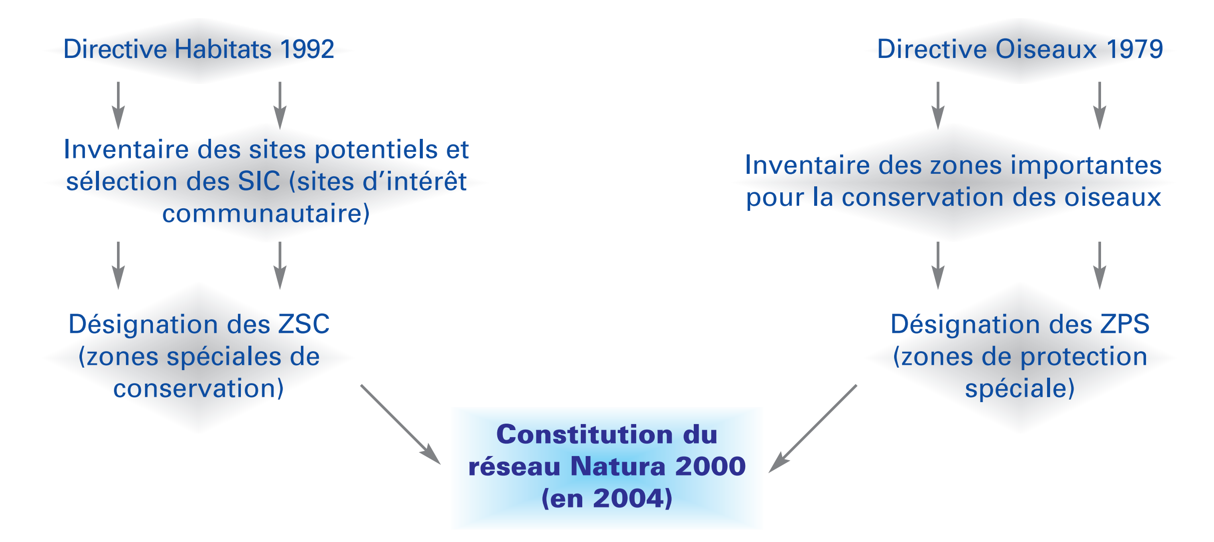
Les directives européennes

Le réseau Natura 2000

Deux directives européennes régissent la mise en place du réseau :
- la directive Oiseaux de1979,
- la directive Habitats de 1992.

Elles visent à favoriser la protection de la biodiversité tout en tenant compte des exigences scientifiques, économiques, sociales, culturelles et régionales.

Les étapes qui conduisent au futur réseau Natura 2000



Des plans de gestion (appelés "documents d'objectifs") seront élaborés pour chaque site Natura 2000. Ils identifient les objectifs de maintien de la biodiversité, les éventuelles difficultés à surmonter, les moyens de gestion pour la conservation à long terme. Tout projet hydraulique concernant un site du réseau doit faire l'objet d'une évaluation environnementale. Dans le cas où le projet affecte de manière significative un site désigné, des solutions alternatives doivent être envisagées.

L'ARTICLE 6 DE LA DIRECTIVE HABITATS

Cet article définit le cadre juridique pour la protection des sites, notamment les paragraphes 3 et 4 :
- l'article 6.3 prévoit que tout plan ou projet susceptible d'affecter un site Natura 2000 doit faire l'objet d'une évaluation appropriée de ses incidences sur ce site.
- l'article 6.4 prévoit que l'Etat membre prenne toute mesure compensatoire nécessaire pour assurer la cohérence globale du réseau Natura 2000; ceci dans le cas où le projet affecte de manière significative le site et en l'absence de solutions alternatives.

Un cours d'eau peut faire partie d'un site Natura 2000, notamment dans le cadre de la directive Habitats. Un projet de PCH dans un site Natura 2000 est soumis à «l'évaluation des incidences» conformément à l'article 6 de la directive Habitats. Le projet ne doit pas affecter, de manière significative, les habitats ou les espèces inféodées à ce site.

La Directive cadre sur l'eau

La Directive n° 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine des eaux de surface et souterraines, avec plusieurs objectifs :
- prévenir toute dégradation supplémentaire, préserver et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques,
- promouvoir une utilisation durable de l'eau, fondée sur la protection à long terme des ressources,
- réduire progressivement les rejets, émissions et pertes de substances dangereuses prioritaires.

Elle affirme la nécessité d'un examen économique des utilisations de l'eau telles que l'hydroélectricité (cf. fiche 13).
La coordination des mesures se fera au sein de districts hydrographiques, par «masses d'eau» avec trois cibles :
- les eaux de surface,
- les eaux souterraines,
- les zones protégées (eau potable, zone vulnérable et sensible, zone Natura 2000…).

La localisation consolidée des types de masses d'eau interviendra en 2004, date à laquelle la France doit transmettre un état des lieux à la Commission Européenne. Cet état des lieux comprendra également une étude des incidences de l'activité humaine, une analyse économique de l'utilisation de l'eau et le registre des zones protégées. Une méthodologie de délimitation des masses d'eau a été établie en 2001 ; celle-ci est actuellement testée au niveau des six bassins hydrographiques.

CE QU'IL FAUT RETENIR…

- **Les PCH sont soumises à étude d'impact conformément à la loi sur la protection de la nature de 1976. Ce dossier est une pièce maîtresse dans la procédure d'instruction.**

- **La loi Pêche de 1984 a introduit la notion de débit réservé suffisant pour garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces piscicoles.**

- **La loi sur l'Eau de 1992 a modifié la loi d'octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydroélectrique.**

Aujourd'hui les décrets qui posent les principes d'une demande sont :
- **pour un régime de concession, les décrets 94-894 du 13 octobre 1994 et 99-225 du 22 mars 1999,**
- **pour un régime d'autorisation le décret 95-1204 du 6 novembre 1995.**

- **Un projet de PCH doit prendre en compte la réglementation européenne, et notamment les directives Oiseaux et Habitats pour l'élaboration du réseau Natura 2000, et la directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000.**

FICHE N° 7

LES AUTRES PROCEDURES

Pour le porteur de projet, la procédure visant à obtenir un arrêté d'autorisation de l'énergie hydroélectrique est la plus complexe et la plus difficile. Il n'en reste pas moins nécessaire de s'occuper des autres aspects du projet : raccordement au réseau, permis de construire,...

Le porteur de projet d'une PCH devra soumettre celui-ci à une enquête publique (cf. fiche 5) conformément à la loi du 12 juillet 1983 pour les ouvrages de plus de 500 kW. Pour les ouvrages de moins de 500 kW, la procédure d'enquête est simplifiée.

En définitive, cette fiche présente successivement :
- l'enquête publique,
- le permis de construire,
- le raccordement au réseau électrique,
- les autres procédures (autorisation de défrichement, convention avec les riverains, déclaration d'utilité publique).

L'enquête publique

Il existe de nombreux types d'enquêtes publiques :
- enquête parcellaire,
- enquête au titre de la loi sur l'eau,
- enquête liée à la mise en place de servitudes,
- enquête d'expropriation...

A l'origine, l'enquête publique était prévue sous deux formes, par des textes déjà anciens. Ceux concernant l'expropriation pour cause d'utilité publique remontent à la révolution française, et ceux relatifs à la protection contre les nuisances (enquêtes de «commodo et incommodo») datent de 1805.

S'il existe aujourd'hui plusieurs dizaines de textes réglementaires sur les enquêtes publiques, on peut cependant les classer en deux grandes catégories : celles qui relèvent de la loi Bouchardeau, et les autres enquêtes de droit commun.

Cette fiche présente principalement les enquêtes Bouchardeau issues de la loi n° 83-630 du 12 juillet 1983 et de ses textes d'application. Conçue comme un instrument de défense de l'environnement au service de la démocratie locale, elle est la plus usitée aujourd'hui.

Le contexte réglementaire de la loi Bourchardeau

LES TEXTES DE RÉFÉRENCE

- Code de l'Environnement : articles L.123-1 à L.123-16
- Loi n° 83-630 du 12 juillet 1983 (loi Bouchardeau)
- Décret n° 85-453 du 23 avril 1985
- Loi n° 95-101 du 2 février 1995 (loi Barnier)
- Décret n° 94-873 du 10 octobre 1994

La loi Bouchardeau :

- définit l'enquête publique; l'objet est d'informer le public et de recueillir ses appréciations, suggestions, contre-propositions, afin de permettre à l'autorité compétente de disposer de tous les éléments nécessaires,
- soumet à l'enquête publique les opérations d'aménagement susceptibles d'affecter l'environnement ainsi que les opérations de planification urbaine,
- vise à améliorer cette procédure par un renforcement des fonctions du commissaire-enquêteur et par des aménagements apportés à son déroulement.

Le décret du 23 avril 1985 définit 37 types d'aménagements, ouvrages ou travaux soumis à enquête publique. Des seuils techniques ou financiers sont aussi précisés. Sont soumis à enquête «les travaux d'installation des ouvrages de production d'énergie hydraulique dont la puissance maximale dépasse 500 kilowatts».
La loi Barnier renforce encore le rôle des commissaires enquêteurs et le décret du 10 octobre 1994 est relatif aux conditions d'indemnisation de ces commissaires.

Déroulement d'une enquête

Dans le cas d'une enquête Bouchardeau, le Commissaire Enquêteur est nommé par le Président du Tribunal Administratif. Celui-ci dispose de pouvoirs pour diriger et animer l'enquête publique : visite des lieux, demande d'information complémentaire sur le dossier d'enquête, organisation d'une réunion publique, prorogation de la durée de l'enquête.
La mission du commissaire enquêteur se conclut par un rapport d'enquête destiné à l'autorité compétente, nourri de l'ensemble des observations formulées par le public. Il doit rédiger des conclusions motivées et claires en précisant s'il est favorable, ou défavorable, ou encore favorable au projet mais assorti de réserves ou de conditions, au projet. Il s'agit d'un avis personnel, cet avis peut être différent de l'opinion majoritaire du public.
L'administration peut passer outre l'avis défavorable du commissaire enquêteur. Mais, alors, si le juge administratif est saisi d'une demande de sursis à exécution de la décision prise, il est tenu de faire droit à cette demande.
La procédure d'enquête publique comprend plusieurs étapes marquées par des délais incompressibles (environ 3-4 mois entre la désignation du commissaire enquêteur et la remise de son rapport).

LES ENQUÊTES MULTIPLES

Pour régir les opérations complexes susceptibles de donner lieu à plusieurs enquêtes, le décret du 23 avril 1985 a prévu la possibilité :

- d'organiser des enquêtes conjointes, dirigées par le même commissaire enquêteur,
- qu'une même enquête puisse valoir pour plusieurs procédures.

Cette possibilité permet d'éviter l'alourdissement excessif des procédures et de faciliter une perception globale d'une même opération ou d'un processus complexe d'aménagement.
Un projet de centrale hydroélectrique peut nécessiter une enquête type Bouchardeau, une enquête pour la mise en place de servitudes, une enquête en vue d'expropriation…

Le permis de construire

Conformément à l'article L 421-2-1 du Code de l'Urbanisme, le permis est délivré au nom de l'Etat par le Préfet, après avis du maire ou du président de l'établissement public compétent. En effet, les PCH sont des « ouvrages de production, de transport, de distribution et de stockage d'énergie » .

LE CONTENU DE LA DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE

L'article R.421-2 du Code de l'urbanisme définit les pièces de la demande de permis de construire :

1° Le plan de situation du terrain,
2° Le plan de masse des constructions à édifier ou à modifier, coté dans les trois dimensions, des travaux extérieurs à celles-ci et des plantations maintenues, supprimées ou créées,
3° Les plans des façades,
4° Une ou des vues en coupe précisant l'implantation de la construction par rapport au terrain naturel, à la date du dépôt de la demande de permis de construire, et indiquant le traitement des espaces extérieurs,
5° Deux documents photographiques au moins permettant de situer le terrain respectivement dans le paysage proche et lointain, et d'apprécier la place qu'il y occupe. Les points et les angles des prises de vues seront reportés sur le plan de situation et le plan de masse,
6° Un document graphique au moins permettant d'apprécier l'insertion du projet de construction dans l'environnement, son impact visuel ainsi que le traitement des accès et des abords. Lorsque le projet comporte la plantation d'arbres de haute tige, les documents graphiques devront faire apparaître la situation à l'achèvement des travaux et la situation à long terme,
7° Une notice permettant d'apprécier l'impact visuel du projet. A cet effet, elle décrit le paysage et l'environnement existants et expose et justifie les dispositions prévues pour assurer l'insertion dans ce paysage de la construction, de ses accès et de ses abords,
8° L'étude d'impact, lorsqu'elle est exigée.

Dans la pratique, l'étude d'impact comprend une analyse paysagère du site et de l'insertion du projet dans l'environnement. Les pièces 5, 6 et 7 peuvent être intégrées dans cette analyse paysagère. L'étude d'impact inclut alors le volet paysager du permis de construire.

D'autre part, la demande de permis de construire doit être accompagnée de la justification du dépôt de la demande d'autorisation, conformément à l'article R.421-3-3 du Code de l'Urbanisme : « lorsque les travaux projetés concernent un barrage ou un ouvrage destiné à l'établissement d'une prise d'eau, d'un moulin ou d'une usine sur un cours d'eau non domanial et qu'ils sont soumis à ce titre à autorisation en vertu de l'article 106 du Code Rural, la demande de permis de construire doit être accompagnée de la justification du dépôt de la demande d'autorisation ».

Dans le cadre de la demande de permis de construire, le service instructeur (la Direction Départementale de l'Equipement) s'assure notamment de la conformité du projet avec les documents d'urbanisme, à l'échelon communal ou supracommunal : POS, PLU, SCOT…

L'encadré ci-après précise ces sigles liés à la nouvelle réglementation en matière d'urbanisme ; ces aspects sont développés dans la fiche 16.

DU POS AU PLU

La loi SRU (Solidarité et Renouvellement Urbains) du 27 février 2002 réforme les documents d'urbanisme existants :

- pour les aires urbaines, le SCOT (Schéma de Cohérence Territoriale) remplace le Schéma Directeur,
- pour les communes, le PLU (Plan Local d'Urbanisme) remplace le POS (Plan d'Occupation des Sols),
- pour les communes de petite taille, la Carte Communale devient un document d'urbanisme.

Cette loi répond à un triple constat :

- L'éclatement spatial : étalement urbain, usage croissant de la voiture...
- L'éclatement des fonctions urbaines : villes divisées entre lieux de vie, de travail de commerces, de loisirs...
- L'éclatement social : ségrégations urbaines, marquage social des quartiers...

En conséquence, la loi SRU cherche à promouvoir le renouvellement urbain, la mixité des fonctions urbaines, la diversité de l'offre de logements.

Le SCOT et le PLU deviennent l'expression du Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD).

Le raccordement au réseau électrique, l'autorisation d'exploiter, l'obligation d'achat

En raison des orientations de la politique européenne en matière d'énergie renouvelable, les gestionnaires de réseau ont été confrontés à un afflux de demandes de raccordement pour des installations de production décentralisées, notamment des parcs éoliens.
Les capacités d'accueil des réseaux où ces installations pouvaient se raccorder ont été saturées et leur raccordement impliquait alors un renforcement en amont dont le coût était très supérieur à celui d'un simple raccordement à un poste du réseau existant.

Par ailleurs, il a aussi été observé que certains projets ne nécessitant pas de renforcement en amont, ne se réalisaient pas. Il a donc été mis en place un système de gestion en file d'attente. Afin d'assurer une fluidité convenable de la file d'attente, toute demande de raccordement d'un producteur fait d'abord l'objet d'une pré-étude succincte, qualifiée « d'étude exploratoire ».

C'est seulement si le producteur fait suite à la réponse du gestionnaire de réseau à cette première demande dite « de renseignement », qu'une étude détaillée de raccordement est réalisée sous réserve de la notification du permis de construire.

A chaque réponse faisant suite à une demande de renseignement du producteur est associée une limite à la durée pendant laquelle la place du producteur est réservée dans la file d'attente.

DOMAINE D'APPLICATION ET TEXTES RÉGLEMENTAIRES DE LA PRÉSENTE PROCÉDURE

- Cette procédure, validée par la Commission de Régulation de l'Electricité (CRE) s'applique à compter du 1er septembre 2001.

- Cette procédure s'applique aux installations de production d'électricité décentralisée, quelle que soit la source d'énergie primaire utilisée.

- L'application de la réglementation conduit à facturer au producteur un coût de raccordement « complet » comprenant sa ligne de raccordement proprement dite et les renforcements « amont » éventuels. En contrepartie, le producteur bénéficie d'un droit de suite ; il est remboursé d'une partie de ses débours lorsque les ouvrages qu'il a payés participent au raccordement d'un autre utilisateur.

- Textes réglementaires :

- cahier des charges de la concession du Réseau d'Alimentation Générale (RAG) à EDF ; avenant du 10 avril 1995,
- arrêté du 14 avril 1995 (tension de raccordement en fonction de la puissance de l'installation),
- arrêtés des 21 juillet 1997, 3 juin 1998, 15 avril 1999 (conditions techniques de raccordement d'une installation de production autonome aux réseaux HTA et HTB).

Dans le traitement de la demande de raccordement d'un producteur au réseau public, suite à la demande de renseignement, le gestionnaire de réseau conduit une étude détaillée de raccordement, la proposition technique et financière (PTF).

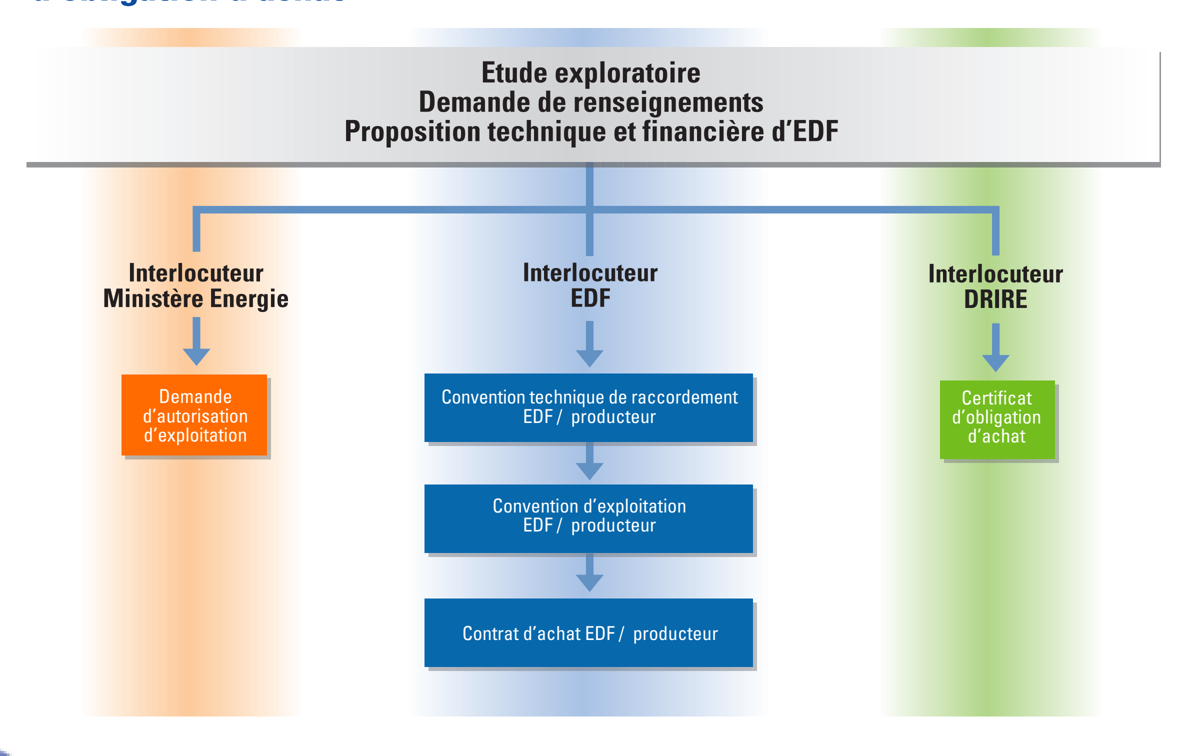
Le gestionnaire du réseau, pour l'élaboration de cette PTF distingue trois cas :
- le raccordement est réalisable sans aucun renforcement amont,
- le raccordement nécessite un renforcement amont,
- le raccordement nécessite au moins un renforcement amont, en raison d'une capacité d'accueil déjà saturée par des projets déjà décidés.

Les étapes ultérieures, pour le raccordement au réseau, sont :
- la convention technique de raccordement,
- la convention d'exploitation avec EDF,
- le contrat d'achat EDF.

Pour une puissance d'installation inférieure à 10 MW, le bureau d'accès au réseau est au centre EDF-GDF services, l'agence régionale d'accès au réseau de distribution. Pour une puissance supérieure à 10 MW, l'interlocuteur est l'unité régionale Système Electrique de RTE.

Parallèlement à cette démarche vis-à-vis d'EDF, le producteur devra engager deux autres démarches :
- la demande d'autorisation d'exploiter, à adresser au Ministère chargé de l'énergie. Les conditions d'exploitation ainsi que la constitution du dossier sont précisées dans le décret 2000-877 du 7 septembre 2000,
- le certificat d'obligation d'achat, à demander à la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement).

Les procédures de raccordement au réseau, d'autorisation d'exploiter et d'obligation d'achat



Autres procédures

Autorisation de défrichement

Le terme « défrichement » désigne l'opération qui a pour effet de détruire l'état boisé d'un terrain et de mettre fin à sa destination forestière. Dans le cas de l'implantation d'une PCH, celui-ci peut être nécessaire pour implanter une voie d'accès, un canal d'amenée, une conduite forcée, etc. La réglementation diffère suivant le régime juridique de la forêt :

- les forêts soumises au régime forestier (forêt d'Etat, bois des départements, communes et autres collectivités). Tout défrichement égal ou supérieur à 1 hectare est soumis à autorisation du Ministère de l'Agriculture.
- les forêts privées. La règle générale est que « nul ne peut user du droit de défricher ses bois sans avoir préalablement obtenu une autorisation (article L.311-1 du Code forestier) ».

Cependant sont exceptés des dispositions de l'article L.311-1 :

- les bois de superficie inférieure à un seuil compris entre 0,5 et 4 hectares, fixé par département,
- les parcs et jardins clos de moins de 10 hectares attenant à une habitation principale,
- les jeunes bois de moins de 20 ans.

Le porteur d'un projet de PCH pourra se renseigner utilement auprès de la DDAF du département dans lequel le projet est implanté.

CONSERVATION DES BOIS ET FORÊTS

Certains espaces forestiers sont protégés et les coupes et abattages d'arbres y sont strictement réglementés. Signalons, à titre d'exemple :

- les espaces boisés classés au titre de l'article L 130-1 du Code de l'Urbanisme,
- les forêts de protection,
- les bois nécessaires au maintien des terres sur les montagnes ou sur les pentes,
- les bois nécessaires à la défense des sols contre les érosions,
- les bois nécessaires à l'existence de zones humides et à la qualité des eaux,
- les bois nécessaires à la protection des dunes,
- les bois nécessaires à la défense nationale,
- les bois nécessaires à la salubrité publique.

Conventions avec les riverains

Un porteur de projet d'une PCH n'a pas toujours la maîtrise foncière pour l'ensemble des terrains nécessaires à son projet. Il peut avoir besoin de passer une conduite forcée, une voie d'accès, ou une partie du canal d'amenée sur la parcelle d'un riverain.

Si ce porteur de projet est un particulier, il devra trouver un accord à l'amiable avec les riverains concernés par le projet. Le particulier n'a pas la possibilité d'exproprier dans le cadre de son projet. La maîtrise foncière est quasiment indispensable pour les ouvrages de prise d'eau, les équipements de production, les ouvrages de restitution.
Si le porteur de projet est une collectivité, celle-ci aura tout intérêt, dans un premier temps, à négocier des conventions avec les riverains impliqués directement par le projet. Par contre, en cas de désaccord, la collectivité, contrairement au particulier, peut passer par la procédure de Déclaration d'Utilité Publique (DUP).

Cette procédure permet à la collectivité d'exproprier ou de mettre en place des servitudes propres à l'aménagement : servitude pour le passage d'une canalisation, expropriation pour un terrain inondé.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Les projets de PCH sont soumis à enquête publique. Les ouvrages de plus de 500 kW relèvent de la loi du 12 juillet 1983 dite « loi Bouchardeau ». L'enquête est conçue comme un instrument de défense de l'environnement au service de la démocratie locale.**

- **En tant qu'ouvrage de production d'électricité, les PCH sont soumises à un permis de construire délivré par le Préfet, au nom de l'Etat.**

- **Le raccordement au réseau électrique devient aujourd'hui une procédure complexe ; les gestionnaires de réseaux ont été confrontés à un afflux de demandes de raccordement, notamment pour des parcs éoliens.**

- **Les interlocuteurs du porteur de projet de PCH sont EDF pour le raccordement au réseau, le Ministère de l'Energie pour l'autorisation d'exploiter, la DRIRE pour le certificat d'obligation d'achat.**

- **Certaines PCH peuvent nécessiter une autorisation de défrichement ; la réglementation est différente selon qu'il s'agit d'une forêt privée ou d'une forêt soumise au régime forestier.**

- **Une collectivité locale peut utiliser la procédure de Déclaration d'Utilité Publique pour exproprier ou pour imposer une servitude. Le particulier n'a pas cette possibilité.**

FICHE N° 8

NOUVELLE INSTALLATION OU RENOVATION D'OUVRAGE

La personne ou la collectivité territoriale qui prospecte pour un projet de PCH peut avoir deux approches. Elle peut envisager de rénover ou moderniser un ouvrage existant, ou bien elle peut rechercher un nouveau site. Les approches, en termes de réglementation et de procédures ne sont pas toujours les mêmes.

Les petites centrales, d'une puissance maximale brute inférieure à 150 kW, représentent un cas particulier dans la réglementation française.

Cette fiche a pour objectif de décliner la réglementation et les procédures en fonction du type de PCH. Elle présentera successivement :
- le cas particulier des PCH inférieures à 150 kW,
- le cas particulier des usines fondées en titre,
- la rénovation d'ouvrages hydroélectriques existants,
- la recherche d'un nouveau site pour un projet de PCH.

Les PCH inférieures à 150 kW

La loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique instaurait un régime spécial pour les PCH d'une puissance maximale brute inférieure à 150 kW.

Suivant les dispositions du dernier alinéa de l'article 18, ces PCH demeurent autorisées conformément au titre dont elles disposaient à la date de promulgation de la loi. Cette autorisation est sans autre limitation de durée que celle résultant de la possibilité de leur suppression dans les conditions prévues par les lois en vigueur sur le régime des eaux.

Pour ces PCH, antérieures à 1919, le renouvellement de l'autorisation n'est donc pas nécessaire.

Cette particularité ne s'applique pas :

- pour les PCH de moins de 150 kW postérieures à 1919,
- pour les PCH actuellement de moins de 150 kW, antérieures à 1919, à moderniser et à augmenter en puissance.

Les usines fondées en titre

Le droit d'eau « fondé en titre » appartient à un site. Il est la propriété exclusive du propriétaire du site. Personne ne peut lui retirer ce droit, sans son accord, concrétisé par un écrit.
L'origine de ce droit remonte à l'ancien régime et la République l'a reconnu, à condition que l'exploitation de la chute d'eau, pour un cours d'eau non domanial, soit antérieure à 1789.

Les abandons momentanés de la récupération de l'énergie hydraulique d'une chute « fondée en titre », et de l'entretien de la retenue, ne retirent pas à son propriétaire le droit de l'utiliser, quand bon lui semble, pour une production industrielle nouvelle.
De nombreux moulins à grains, à huile, à foulon, etc, « fondés en titre », ont souvent été abandonnés momentanément à cause des progrès mécaniques qui rendaient leur exploitation non rentable. Ces moulins ont été par la suite transformés en PCH, produisant de l'électricité pour une industrie ou pour être livrée à EDF.

Mais une demande de transformation doit être adressée à l'administration, qui ne peut en principe refuser cette exploitation d'énergie hydraulique, si le site est fondé en titre. L'administration confirme alors le débit réservé et la hauteur utilisable de la chute.
Les droits de chute « fondés en titre » sont transmissibles soit par héritage, soit par donation, soit par vente du droit à un nouveau propriétaire exploitant, soit par location à un exploitant.

Sur les cours d'eau domaniaux, les usines bénéficiant de droits «fondés en titre», sont celles établies avant l'Edit de Moulins de 1566. Les dates précitées (1566 et 1789) peuvent différer pour les provinces rattachées ultérieurement à la France.

Lorsqu'un établissement fondé en titre fait l'objet d'une augmentation de puissance, le surplus de puissance doit obtenir une autorisation au titre de la loi de 1919. C'est le cas lorsqu'il y a rehaussement du barrage ou des travaux abaissant le niveau d'eau à l'aval de l'usine, ou encore des modifications des ouvrages d'amenée d'eau conduisant à un accroissement du débit prélevé.

JURISPRUDENCE SUR LES INSTALLATIONS FONDÉES EN TITRE

Celle-ci comprend de nombreux arrêts éclairant cette question complexe. Par exemple, le Conseil d'Etat a admis qu'il n'était plus indispensable de produire le titre authentique d'autorisation, mais de justifier l'existence de fait incontestée avant l'abolition de la féodalité. L'inscription en 1745 sur la carte de Cassini est une preuve de l'existence du moulin avant la révolution.

La rénovation d'ouvrages hydroélectriques existants

On utilise aussi le terme de modernisation ou de réhabilitation d'un ouvrage existant. En fait, quel que soit le vocable utilisé, on peut avoir des situations très différentes :

- la rénovation peut servir à mettre la PCH en conformité avec la législation existante, par exemple en installant une passe à poisson,
- la rénovation peut être principalement entreprise pour changer du matériel obsolète, apporter des équipements plus modernes, par exemple en installant des automates et télétransmissions,
- la rénovation peut être destinée à augmenter la puissance, par exemple en rehaussant le barrage ou en augmentant le débit turbiné.

C'est principalement ce dernier cas qui nous intéresse ici, pour répondre à la directive européenne de 2001 pour la promotion de l'électricité d'origine renouvelable.

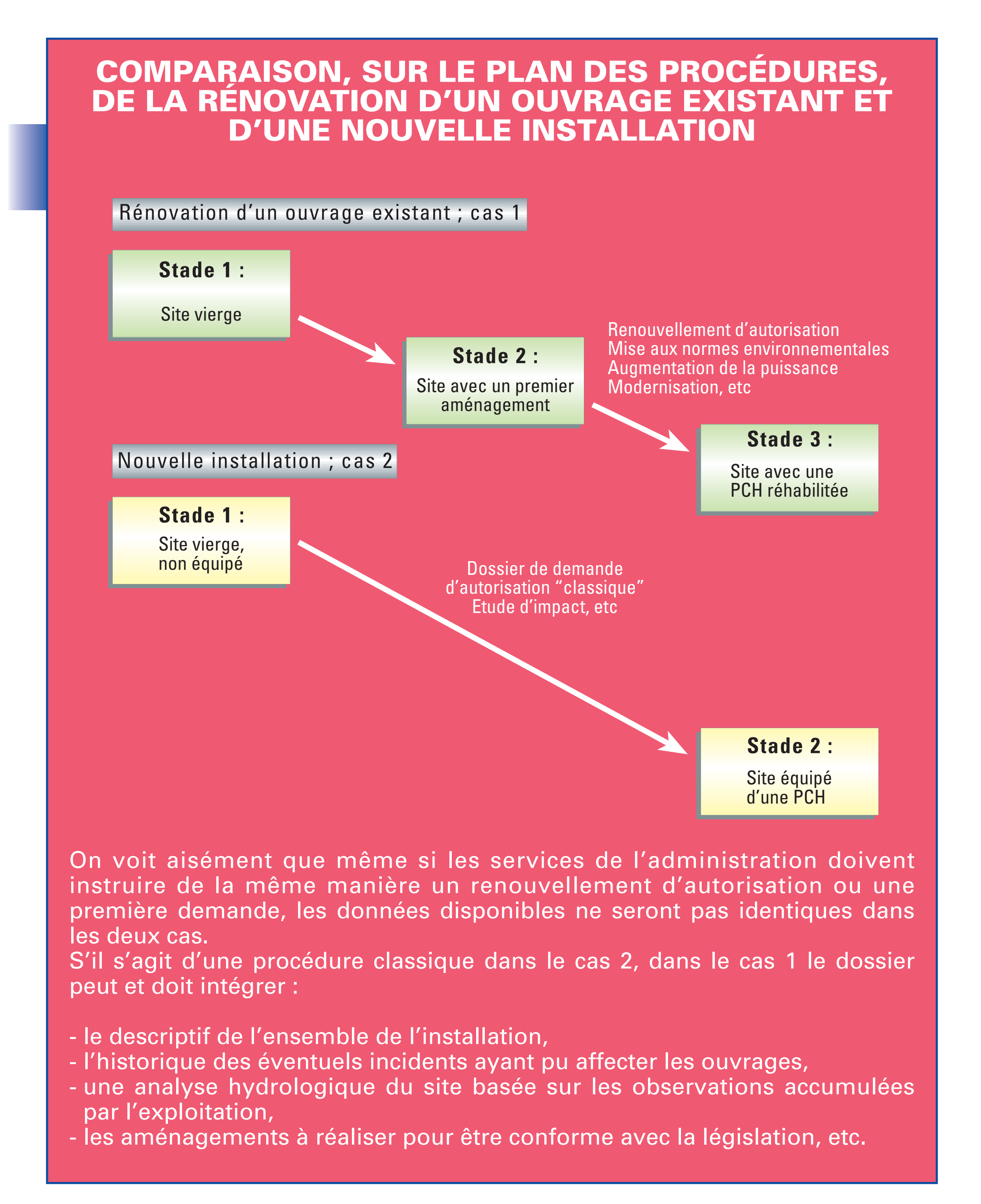
Selon l'ADEME, à l'horizon 2010, l'objectif est d'augmenter la puissance installée de 200 à 300 MW en rénovant et optimisant les ouvrages existants.

Sur le plan des procédures, une augmentation de puissance d'une PCH nécessite une modification du droit d'eau. La démarche, en théorie, s'apparente à une demande d'autorisation du même type qu'une nouvelle installation.

Dans les faits, l'acceptabilité du projet est généralement meilleure que pour une nouvelle installation. Les services en charge de l'instruction de la procédure accueillent plus facilement ce type de demande.

Le Ministère en charge de l'Environnement précise que la priorité est l'amélioration des conditions de fonctionnement du parc existant. Son objectif passe par la conciliation de la modernisation d'une énergie renouvelable et de la gestion équilibrée de la ressource en eau, en évitant autant que possible la construction de nouveaux barrages. Le renouvellement des titres anciens, la mise en œuvre d'arrêtés complémentaires, l'application des SDAGE et des SAGE sont les moyens pour l'atteindre, selon ce Ministère.

Par contre, l'amélioration du parc existant ne permet probablement pas de répondre aux objectifs définis dans la directive européenne ; de nouvelles installations sont à concevoir dans un souci de respect de l'environnement et de promotion de cette énergie renouvelable.



On voit aisément que même si les services de l'administration doivent instruire de la même manière un renouvellement d'autorisation ou une première demande, les données disponibles ne seront pas identiques dans les deux cas.
S'il s'agit d'une procédure classique dans le cas 2, dans le cas 1 le dossier peut et doit intégrer :

- le descriptif de l'ensemble de l'installation,
- l'historique des éventuels incidents ayant pu affecter les ouvrages,
- une analyse hydrologique du site basée sur les observations accumulées par l'exploitation,
- les aménagements à réaliser pour être conforme avec la législation, etc.

Les nouvelles installations

On peut avoir, là aussi, différents cas de figures :
- une nouvelle installation peut concerner un site vierge, qui n'a jamais connu d'aménagement,
- une nouvelle installation peut concerner un site n'ayant jamais été équipé d'une PCH, mais aménagé à d'autres fins : seuil pour l'irrigation, seuil et canal d'amenée pour un ancien moulin, barrage des services de navigation, etc.

Selon l'ADEME, à l'horizon 2010, l'objectif est d'augmenter la puissance installée de 700 à 800 MW avec de nouvelles installations*.

L'acceptabilité de ces nouveaux ouvrages par les riverains ou les associations de pêche est plus difficile à obtenir que pour les ouvrages à rénover ou moderniser. Par contre, le fait de partir d'un site vierge peut permettre parfois de mieux concevoir son aménagement, tant sur le plan socio-économique qu'environnemental :

- tarif de rachat de l'électricité plus avantageux,
- utilisation d'équipements plus performants : turbines, systèmes de régulation, automates…
- intégration paysagère, par exemple conduite forcée enterrée,
- prise en compte des données environnementales en amont, par exemple conception d'une passe à poissons et d'une gouttière de dévalaison en même temps que les ouvrages de prise d'eau,
- bâtiments insonorisés et architecture soignée,
- etc.

Outre les procédés novateurs pour le respect de l'environnement, on peut aussi concevoir des PCH en dehors de leur cadre habituel :
- ouvrages hydrauliques à buts multiples, associant par exemple des turbines aux aménagements de soutien d'étiage,
- ouvrages hydrauliques intégrés dans des réseaux de distribution d'eau potable,
- ouvrages hydrauliques intégrés dans des réseaux de traitement des eaux usées.

CE QU'IL FAUT RETENIR…

- **Les PCH de moins de 150 kW, antérieures à la loi de 1919, bénéficient d'un régime particulier. Pour ces installations le renouvellement de l'autorisation n'est pas nécessaire.**
- **En général, le droit d'eau « fondé en titre » correspond pour les cours d'eau non domaniaux aux sites équipés avant 1789, et pour les cours d'eau domaniaux aux sites équipés avant 1566.**
- **Le porteur d'un projet de PCH peut soit rénover ou améliorer un site existant, soit entreprendre une nouvelle installation. L'acceptabilité du projet et ses possibilités d'intégration dans l'environnement ne sont pas les mêmes dans les deux cas.**

* Le groupe de travail « petite hydroélectricité et environnement » parle, pour une augmentation de 1000 MW en 2010, d'une proportion de 2/3 pour l'optimisation de l'existant et d'1/3 pour les installations neuves. Mais la classification n'est pas la même que celle développée ici ; une PCH construite sur un site à l'abandon n'est pas considérée comme une nouvelle installation.

LA PUISSANCE D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE

La notion de puissance d'une PCH, essentielle dans un projet, a été succinctement présentée dans les premières fiches de ce guide. Cette fiche a pour objet de présenter plus en détail les études de terrain à réaliser pour définir les caractéristiques énergétiques d'un projet.

Ces études techniques sont à réaliser en coordination étroite avec les études environnementales et l'analyse financière du projet. Toutes ces études vont s'influencer mutuellement.

En définitive, l'objectif de cette fiche est de présenter successivement :
- la mesure des débits,
- la mesure de la hauteur de chute,
- les courbes de débit,
- le dimensionnement de la PCH.

Cette fiche est principalement destinée aux nouvelles installations. Pour les projets de rénovation d'un ouvrage existant, de multiples données sont déjà acquises dans l'historique du projet.

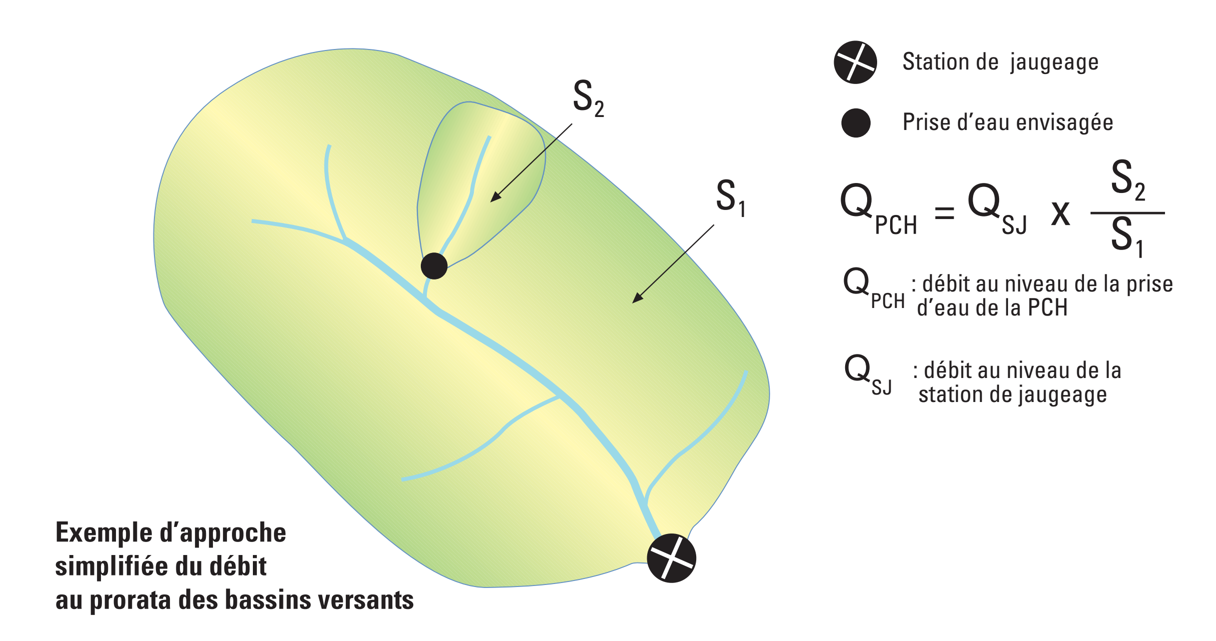
La mesure des débits

Le débit est donc une donnée fondamentale du projet, il conditionne la puissance d'une PCH et sa rentabilité. La fiche 3 présente quelques définitions relatives aux différentes grandeurs de débit caractéristiques.

Pour évaluer ce débit plusieurs sources de données sont à consulter :

- D'abord essayer de connaître les stations de jaugeage à proximité du site envisagé pour la PCH. Ces stations sont répertoriées dans la base de données HYDRO (cf. fiche 3) ; elles sont également connues des services administratifs compétents : DDAF, DDE, DIREN, etc.
- Le porteur de projet aura également tout intérêt à se renseigner sur le terrain pour connaître d'éventuelles stations de mesure non répertoriées ; par exemple auprès d'un propriétaire d'une PCH proche.
- Le porteur de projet peut également faire établir des mesures de débit sur le terrain : mesure de la section du cours d'eau et de la vitesse, mesure au niveau d'un seuil, méthode du moulinet… Mais ces mesures de terrain ne peuvent être réalisées sur des durées suffisamment longues. Elles doivent plutôt être envisagées comme un complément aux autres données collectées : débits au niveau des stations de jaugeage, pluviométrie, etc.

En parallèle de ce travail de collecte de données, le porteur du projet évaluera la superficie des bassins versants du site et des stations de jaugeage à proximité.
Si le site envisagé se trouve à proximité de l'une de ces stations il suffit de multiplier les débits observés par le rapport des bassins versants.
Si le site se trouve entre 2 stations de jaugeage, on déterminera les débits par interpolation des bassins versants.
Si l'on ne dispose que d'une seule station de jaugeage, éloignée du site, le rapport des bassins versants devra être corrigé par un coefficient tenant compte de la différence des régimes des bassins (altitude, orientation, nature des sols, végétation).



Exemple d'approche simplifiée du débit au prorata des bassins versants

Le futur producteur autonome peut également ne disposer d'aucun renseignement, d'aucune station de jaugeage à proximité. Dans ce cas, on peut travailler à l'aide du débit spécifique, qui est le quotient du débit rapporté à la surface du bassin versant (cf. fiche 3). Il s'exprime en l/s/km^2.

Ce débit spécifique dépend de la pluviométrie, de la perméabilité du sol, de la couverture végétale, de l'apport de nappes souterraines, de l'évaporation et de l'évapotranspiration. Il est cependant caractéristique de milieux présentant les mêmes caractéristiques sur les plans géologique, climatique et écologique.
Par exemple, en zone de montagne, on peut connaître ce débit spécifique, à partir d'une station de jaugeage éloignée du site, mais présentant des caractéristiques écologiques proches : altitude, exposition, type de sols… On a ainsi dans les Alpes des débits spécifiques allant de 5 l/s/km^2 en hiver et en altitude, à plus de 100 l/s/km^2 à la fonte des neiges.

Quelle que soit la méthode d'évaluation utilisée, le porteur de projet devra toujours faire une analyse critique de ses investigations : la durée des mesures est-elle suffisante ? n'y a-t-il pas des prélèvements d'eau en amont de la station de jaugeage ? les couverts végétaux sont-ils comparables dans les 2 bassins versants ? etc.

La mesure de la hauteur de la chute

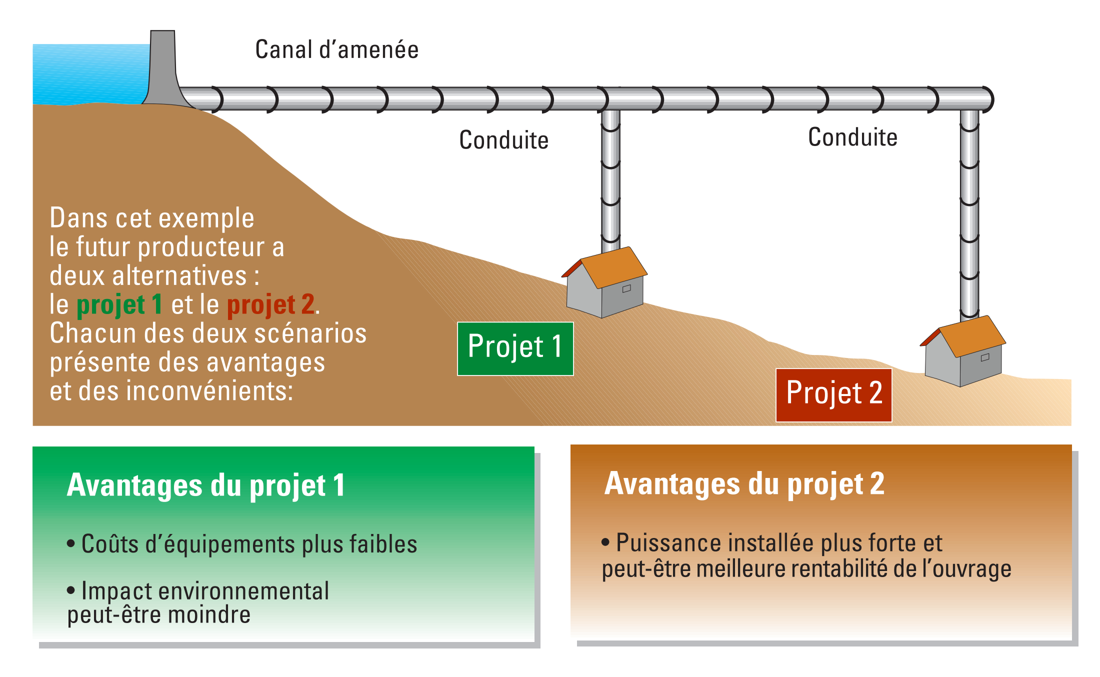
La hauteur de chute est une donnée plus facile que la précédente.

Le premier document à utiliser est la carte topographique de l'IGN au 1/25 000. Les altitudes sont fournies par des courbes de niveau dont l'équidistance peut être de 5 m ou de 10 m selon les cartes.

La hauteur de chute de l'aménagement projeté peut s'apprécier par la lecture des altitudes des points de captage et de restitution.
On peut également, dans un premier temps, apprécier la hauteur de chute à l'aide d'un altimètre (pour les moyennes et les hautes chutes). Celui-ci aura un degré de précision inférieur à 2 ou 3 m.

On parle de hauteur de chute brute et de hauteur de chute nette (cf. fiche 1). C'est cette dernière qui nous intéresse pour déterminer la puissance de l'installation en tenant compte :
- de la longueur du canal ou des conduites d'amenée,
- des pertes de charge au niveau des conduites ou du canal,
- des pertes de hauteur utilisable entre la turbine et le canal de restitution.

Le choix de la hauteur de chute tiendra compte de la configuration géographique du site et des coûts et bénéfices des différentes solutions envisageables.
Le bon projet résulte du meilleur compromis entre les données techniques, environnementales et financières.



Les courbes de débit

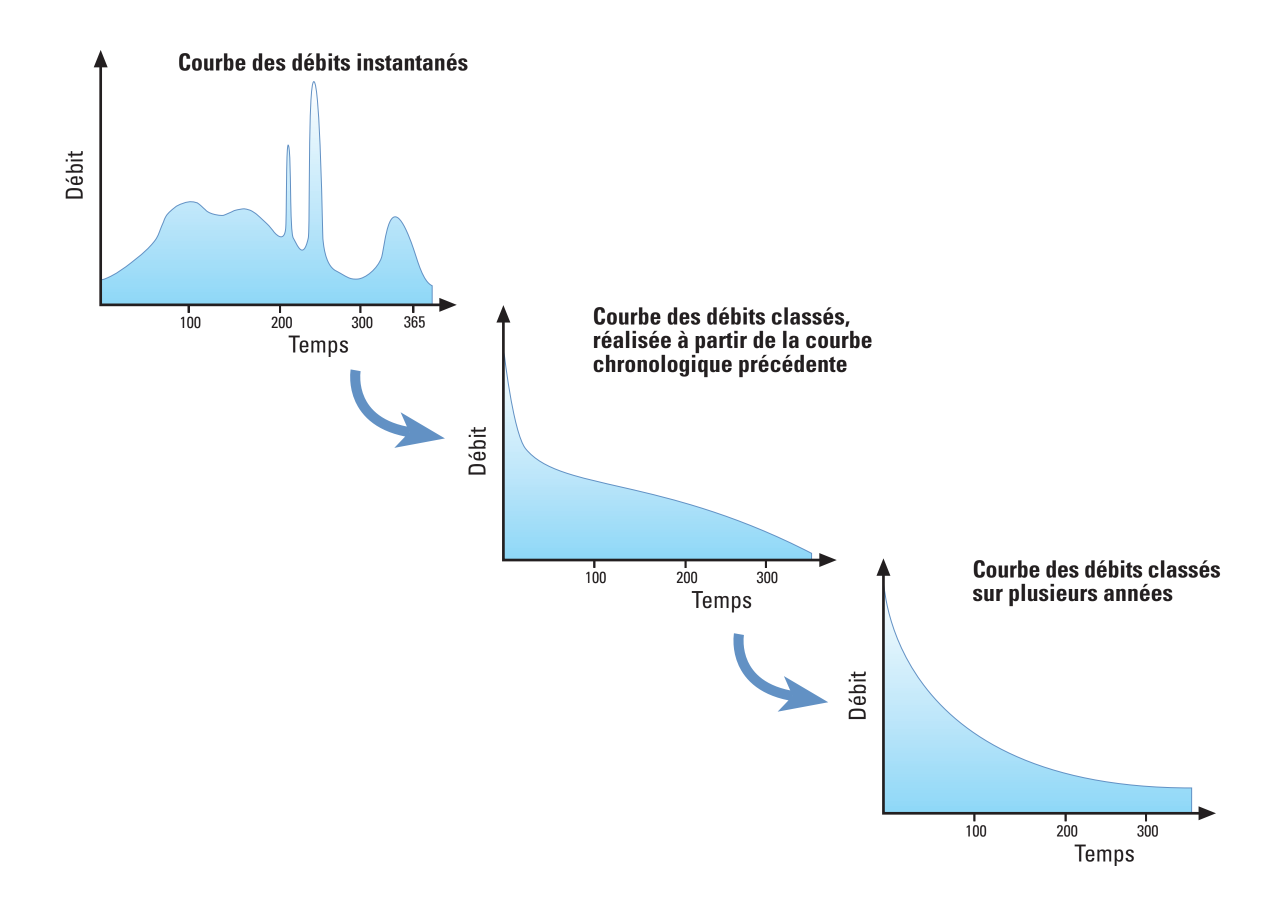
L'aménageur cherchera donc à connaître aussi précisément que possible les débits de la rivière à équiper. Si les débits mesurés ne correspondent pas à un régime caractéristique moyen du cours d'eau, ils seront corrigés en fonction des années sèches ou humides, en tenant compte des précipitations.

La courbe des débits disposés par ordre chronologique apparaît souvent comme très irrégulière avec des périodes de hautes eaux et des périodes de basses eaux.

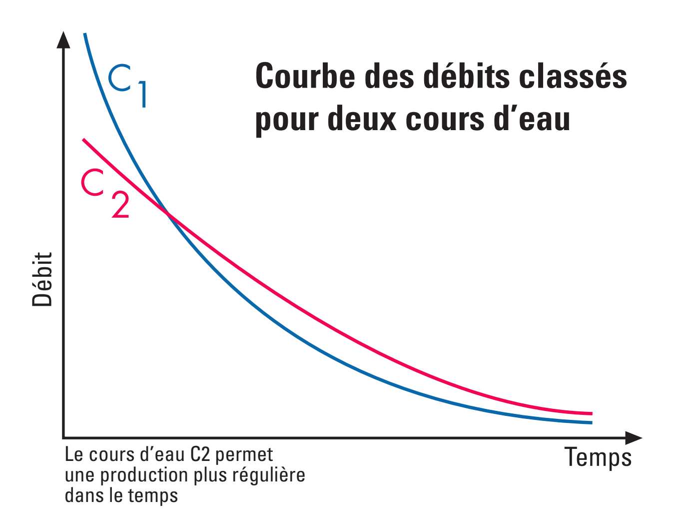
Cette courbe, véritable signature d'un cours d'eau sur un cycle annuel, est toutefois difficile à exploiter pour le porteur de projet. Il convient au préalable de classer tous les débits journaliers de l'année par ordre décroissant, du plus fort au plus faible. On obtient ainsi la courbe des débits classés.

Cette courbe peut être établie année par année ou pour plusieurs années, avec, en abscisses, le nombre de jours de l'année, et en ordonnées, les débits.

La représentation graphique de ces débits classés sur plusieurs années donne une courbe décroissante rappelant une hyperbole.



De l'allure de la courbe de débits classés dépendra la puissance installée. Cette courbe des débits classés permet notamment d'apprécier la régularité du cours d'eau.

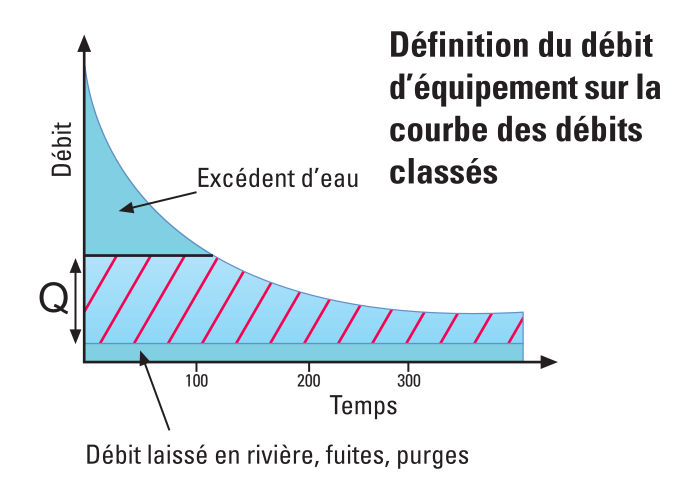


Le dimensionnement de la PCH

Connaissant les débits caractéristiques du cours d'eau étudié, comment va s'effectuer le choix du débit d'équipement de la PCH ?

Notons d'abord que le débit d'équipement sera inférieur au débit disponible dans le cours d'eau pour deux raisons :

- Un débit réservé (aussi appelé débit résiduel) doit être maintenu en permanence dans le lit de la rivière, notamment pour le maintien de la faune et de la flore.
- Il faut encore déduire du débit à disposition la part non exploitable des crues, l'eau utilisée pour éliminer les dépôts, les fuites.



Le débit d'équipement (Q) doit tenir compte du débit laissé en rivière et des excédents d'eau. La surface hachurée de la courbe correspond à l'énergie hydraulique disponible.

On pourrait supposer qu'un débit d'équipement aussi élevé que possible fournira la meilleure production d'énergie et une rentabilité optimale de l'installation. Ce n'est pas le cas en pratique, pour deux raisons principales :

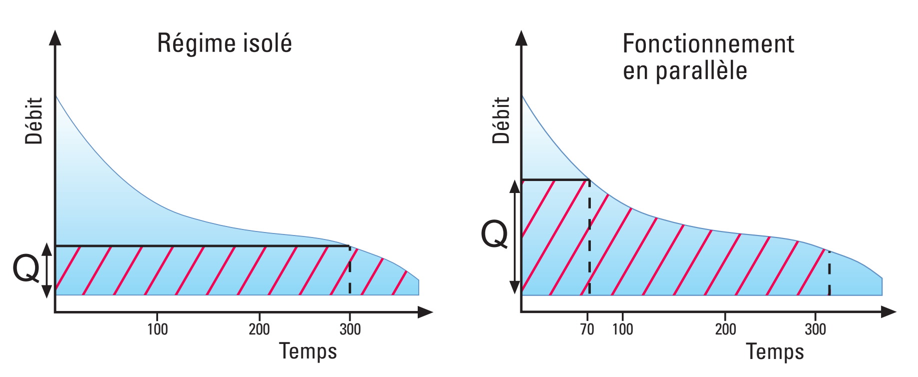
- une turbine ne fonctionne pas avec la même efficacité sous un débit faible ou élevé. Le rendement de la turbine et celui du générateur baissent considérablement en dessous de 20 % à 40 % du débit d'équipement,
- les coûts d'investissements seront plus importants pour une turbine surdimensionnée.

On voit bien, une nouvelle fois, que le projet consiste à trouver le meilleur compromis entre données techniques (dimensionnement des équipements, rendement), données financières (investissements à réaliser) et données environnementales (valeur du débit réservé).

Le choix de la grandeur de la turbine dépend aussi du mode d'exploitation prévu : production de courant en parallèle sur le réseau ou en régime isolé.

En fonctionnement parallèle, l'objectif est le plus souvent de produire la plus grande quantité possible, alors qu'en fonctionnement en régime isolé, les appareils consommateurs doivent pouvoir fonctionner avec la puissance minimale produite par la PCH en période de basses eaux.

Mode d'exploitation de la PCH et débit d'équipement



Le débit d'équipement pour la PCH fonctionnant en régime isolé est celui atteint 300 jours dans l'année, tandis qu'en fonctionnement en parallèle, le débit d'équipement est celui atteint 70 jours

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Pour l'évaluation du débit du cours d'eau considéré, plusieurs sources d'information sont à exploiter : stations de jaugeage à proximité, mesure de la superficie des bassins versants, calculs de terrain. L'aménageur devra être très prudent dans l'interprétation des données ; il devra croiser les informations pour les valider.**

- **L'établissement de la courbe des débits classés représente une donnée essentielle du projet. Elle permet de définir le débit d'équipement.**

- **Toutes ces études techniques doivent être menées en coordination étroite avec les études environnementales et économiques. Le projet procède d'un compromis entre ces différentes composantes.**

FICHE N° 10

LE GENIE CIVIL

Les ouvrages de génie civil sont à concevoir en fonction de la configuration du site. Ces ouvrages présentent toujours des particularités dues à la topographie du lieu sur lequel on les implante (ce qui fait que deux aménagements ne sont jamais identiques).

Le producteur autonome devra faire appel, dans la plupart des cas, à des ingénieurs ou à des bureaux d'études spécialisés dans la réalisation de ces types d'ouvrages. Dans certains cas, il devra consulter un géologue pour avoir son avis sur l'étanchéité, la stabilité, la résistance des fondations, etc.

Cette fiche n'a pas l'ambition de présenter les règles de l'art en matière de génie civil ; elle a simplement pour objet de présenter quelques cas, de définir un peu de vocabulaire. Elle reprend les différentes parties de la PCH :

- les ouvrages de prise d'eau,
- les ouvrages d'amenée et de mise en charge,
- le bâtiment d'usine,
- les ouvrages de restitution.

Les ouvrages de prise d'eau

Le choix du type d'ouvrage dépendra non seulement des conditions topographiques, géologiques et hydrologiques, mais aussi des disponibilités locales en main d'œuvre, des conditions d'accès, des coûts des matériaux.

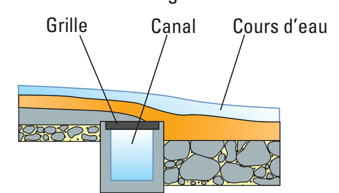
La part du génie civil atteint parfois plus de 50 % du coût total d'une PCH ; ce poste mérite donc une attention particulière. Il peut être utile de visiter les PCH à proximité du site à équiper, pour voir les solutions techniques apportées, leurs avantages et leurs inconvénients.

Dans la grande majorité des cas, une prise d'eau en rivière se présente sous la forme d'un barrage, d'une digue ou d'un seuil. Selon la nature des matériaux et leurs conditions d'emploi, on distingue : les barrages rigides en béton, les barrages en terre, les barrages en enrochements, les barrages à encoffrement en bois, les rideaux de palplanches, les barrages mobiles métalliques, les barrages mobiles en caoutchouc, etc.

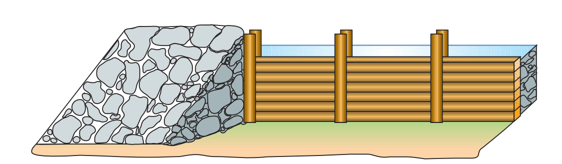
Les ouvrages annexes des prises d'eau sont principalement : les évacuateurs de crues, les ouvrages de vidange, les passes à poissons, les glissières de dévalaison.

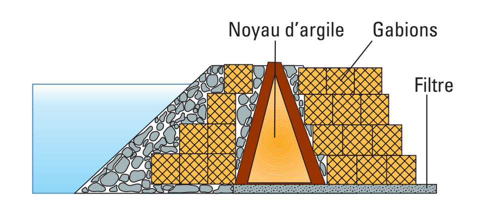
PRISES RUDIMENTAIRES

Prises submersibles : constituées d'un canal creusé en travers d'un cours d'eau et recouvert d'une grille



Ouvrages planches-enrochement : construction peu onéreuses permettant un réglage facile du débit

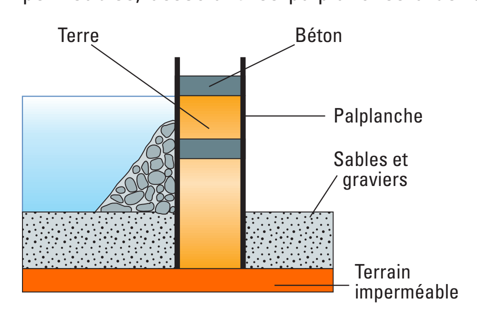


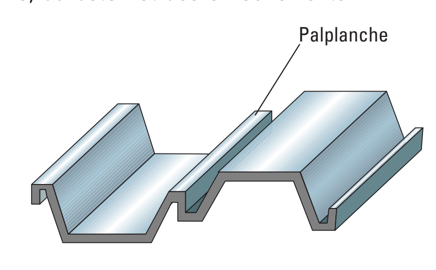


Digues souples en gabions : galets réguliers enfermés dans des parallélépipèdes de grillage disposés de part et d'autre d'un noyau d'argile

RIDEAUX DE PALPLANCHES

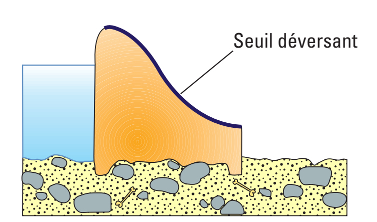
Ouvrages mixtes avec palplanches : technique appropriée aux terrains alluvionnaires ou perméables, associant les palplanches à de la terre, du béton et des enrochements

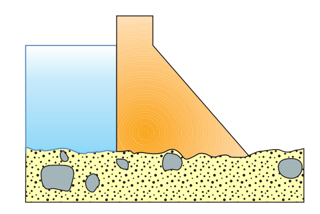




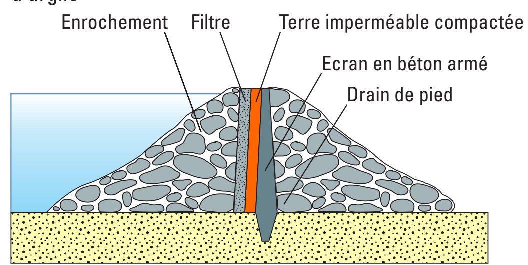
BARRAGES

Barrages-poids en béton : mise en oeuvre courante résistant à la poussée par leur poids

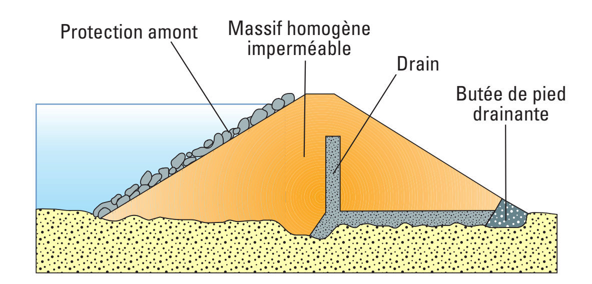




Barrages souples en enrochement : ouvrages comportant un écran interne constitué de béton ou d'argile



Barrages en terre : mélange d'argile très fine et d'éléments grossiers facilement compactables



UN PEU DE VOCABULAIRE

Barrage-poids : ouvrage de retenue qui résiste à la poussée de l'eau par son propre poids.

Batardeau : ouvrage provisoire construit dans un cours d'eau pour détourner ou contenir les eaux pendant les travaux.

Bief amont : partie d'un cours d'eau ou d'un réservoir qui précède immédiatement un ouvrage hydraulique.

Bief aval : portion du cours d'eau qui reçoit, en aval d'un barrage ou d'une centrale, les eaux turbinées, déversées ou évacuées.

Dégrilleur : appareil d'une PCH qui a pour fonction d'empêcher que les débris flottants (avant tout les feuilles et les branches) ne parviennent à colmater la turbine.

Dessableur : bassin plus large que le canal et dans lequel la vitesse de l'eau est suffisamment ralentie pour que les particules solides s'y déposent.

Evacuateur de crue : dispositif destiné à permettre le passage des débits de crues au droit d'un barrage afin d'éviter que celui-ci ou ses fondations ne soient endommagées par submersion ou par affouillement.

Gabion : panier métallique, généralement parallélépipèdique, formé de treillis métallique en fil inoxydable, rempli de cailloux.

Ouvrage de vidange : ouvrage permettant d'abaisser le niveau d'eau de la retenue pour rendre possible la visite et l'entretien du barrage. Il permet également d'effectuer dans certains cas des chasses pour évacuer les vases accumulées, ou d'évacuer une partie du débit pendant les crues.

Palplanche : profilé métallique autobloquant de section spéciale, planté dans un sol meuble ou immergé pour former une paroi étanche.

Seuil : barrage de faible hauteur surélevant le plan d'eau pour permettre uniquement la dérivation des débits utilisés (amenée d'une petite centrale ou d'un canal d'irrigation).

Vanne : dispositif de réglage du débit ou de fermeture d'une conduite ou d'un orifice. On distingue différents types de vannes : vanne-clapet, vanne à glissières, vanne wagon, vanne papillon, etc.



Vanne papillon



Passe à poissons
à bassins successifs.



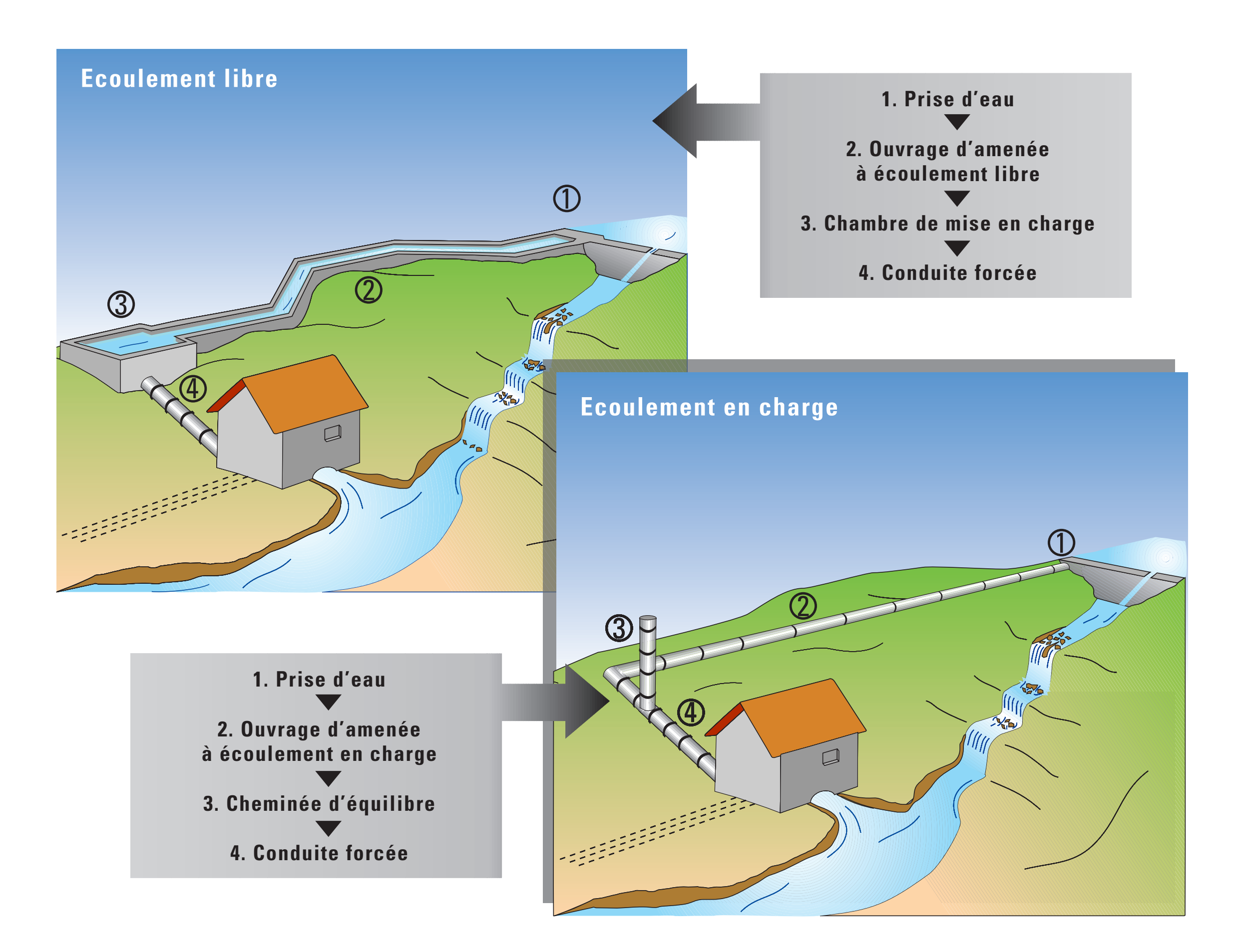
Vanne automatique fonctionnant sans énergie pour régler le niveau dans un canal.



Rateaux dégrilleurs hydrauliques en action.

Les ouvrages d'amenée et de mise en charge

Le départ de l'adduction est équipé de grilles destinées à éviter l'introduction de corps flottants et de matériaux solides dans le circuit d'amenée.
La mise en place d'une vanne permettra de protéger et d'isoler le canal. Les conduites d'amenée, implantées en tenant compte de la stabilité des terrains, seront à écoulement libre ou à écoulement en charge (cf. schéma).



La chambre de mise en charge, précédée d'une vanne d'isolement, est l'aboutissement d'une adduction à écoulement libre, et le départ de la conduite forcée. La profondeur de ce réservoir doit être suffisante pour maintenir la conduite forcée au dessous du niveau de l'eau, afin d'éviter les entrées d'air.

La cheminée d'équilibre est un réservoir aménagé à la jonction d'une conduite d'amenée en charge et d'une conduite forcée. Elle réduit les surpressions provoquées par la fermeture brutale des organes d'admission de la turbine (coups de bélier).

La conduite forcée dirige l'eau sur la turbine en suivant de préférence, la plus grande pente du terrain de façon à réduire sa longueur. Elle est en acier ou en béton (quelquefois en fonte ou en plastique pour les petits aménagements) et doit résister à des pressions qui résultent de la hauteur de chute et des surpressions en fonctionnement.



Conduite forcée dans le massif de Belledonne.



Canal d'amenée en éléments préfabriqués.



Intégration d'une centrale au paysage.

Le bâtiment d'usine ou les ouvrages de restitution

Les bâtiments protègent les équipements de production et les organes de commande manuelle ou automatique.

Les équipements de production sont présentés dans la fiche suivante.

L'emplacement et la construction des bâtiments doivent être réalisés dans un souci de protection contre les intempéries et les crues, de protection contre les actes de vandalisme et de respect des règles de sécurité. De plus, les bâtiments doivent prendre en compte les nuisances phoniques engendrées et les contraintes paysagères.

A la sortie de la centrale, les eaux turbinées sont renvoyées dans la rivière par un canal de fuite. Ce canal est établi soit à l'air libre, soit en galerie dans le cas où la centrale est souterraine.

La longueur du canal de fuite est très variable selon le type d'aménagement :
- pour les installations de haute et moyenne chute, il est en général de très courte longueur,
- pour les installations de basse chute dont la PCH est établie sur un canal de dérivation, la longueur du canal de restitution peut être du même ordre de grandeur que celle du canal d'amenée.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **En fonction de la configuration du site, l'aménageur aura plusieurs variantes pour concevoir sa PCH. Celle-ci résulte d'un compromis entre toutes sortes de considérations : données de terrain, disponibilité de matériaux, coûts, etc.**

- **Les ouvrages de prise d'eau correspondent aux différents types de barrages ou de seuils que l'on peut concevoir. Les ouvrages annexes de prise d'eau sont principalement les évacuateurs de crues, les ouvrages de vidange, les passes à poissons.**

- **Dans les ouvrages d'amenée et de mise en charge, on inclut canal d'amenée, chambre de mise en charge, cheminée d'équilibre, conduite forcée, vannes de protection. C'est toute la partie de la centrale comprise entre la prise d'eau et les équipements de production.**

- **Les bâtiments protègent les équipements de production et les organes de commande. A la sortie de la centrale, les eaux turbinées sont renvoyées à la rivière par un ouvrage de restitution (canal de fuite ou galerie).**

LES OUVRAGES DE PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

Une PCH transforme l'énergie potentielle de l'eau en énergie mécanique grâce à la turbine, puis en énergie électrique grâce au générateur (cf. fiche 1). L'objet de cette fiche est de présenter les principales catégories d'équipements de production.

Cette fiche n'a pas vocation à être exhaustive sur un sujet aussi vaste que les différentes catégories d'équipements de production et leur fonctionnement. Des ouvrages spécialisés présentent en détail les équipements électromécaniques des petites centrales. Cette fiche vise principalement à fournir quelques notions de base et un peu de vocabulaire sur ce sujet.

Les équipements de production constituent le cœur de la PCH. Un bâtiment abrite ces équipements, ainsi que les tableaux de commande, qui peuvent être pilotés à distance.
Cette fiche présente successivement :
- les turbines,
- les générateurs de courant,
- les multiplicateurs de vitesse,
- les systèmes de régulation.

Les turbines

Quelques principes

Une turbine hydraulique est une machine tournante, constituée principalement d'une roue à aubes, qui reçoit de l'énergie d'un fluide, sous forme d'énergie de pression ou d'énergie cinétique et qui la transforme en énergie mécanique directement utilisable sur un arbre en rotation. La turbine peut être, soit noyée au sein du fluide dans une chambre d'eau, soit située à l'extrémité d'une conduite forcée. Le rendement des turbines se situe généralement entre 80 et 90 % ; il croît avec la taille des roues.

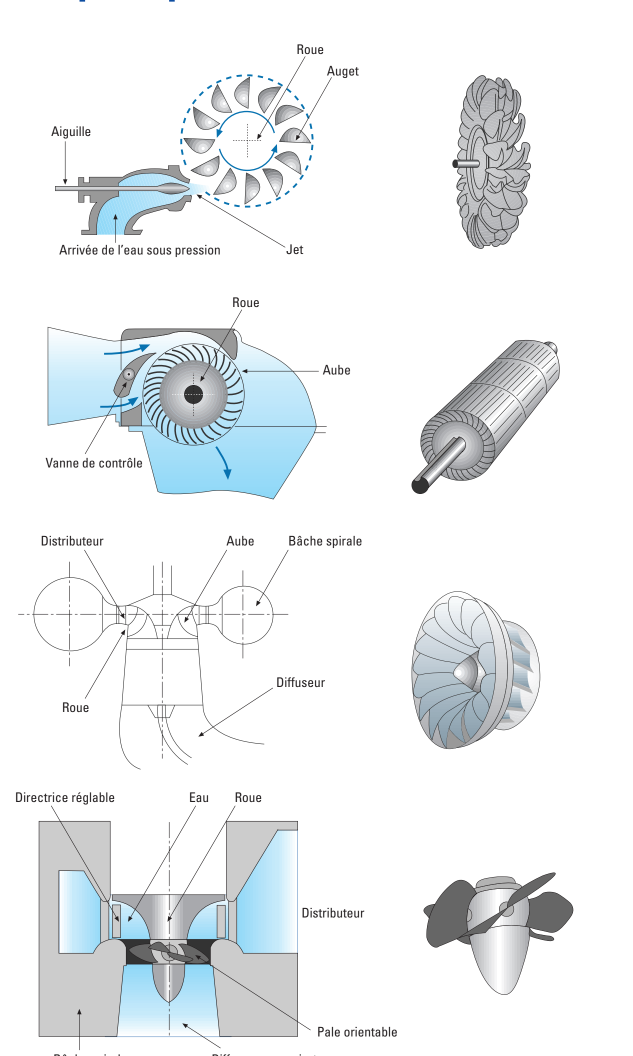
Une turbine hydraulique comporte trois éléments :
• l'élément essentiel est la roue qui a pour rôle la transformation de l'énergie hydraulique en énergie mécanique. La roue est composée :
- d'augets à l'air libre (turbine Pelton) ;
- d'aubes ou pales, soit à l'air libre (turbine Banki-Michell), soit formant des conduits qui sont en charge dans les machines à réaction (turbines Francis ou Kaplan).

• un distributeur ou injecteur qui donne aux particules d'eau la vitesse convenable pour aborder la roue dans des conditions déterminées, de façon à obtenir le minimum de pertes et transformer ainsi, partiellement ou totalement, l'énergie de pression en énergie cinétique.
• Un aspirateur ou diffuseur (turbines Francis ou Kaplan) qui a pour but de récupérer, sous forme d'énergie de pression, l'énergie cinétique résiduelle et l'énergie potentielle de l'eau à la sortie de la roue et d'évacuer l'eau vers l'aval.

Les catégories de turbines

On distingue deux grandes catégories de turbines :
- les turbines à action (Pelton, Banki). L'eau est mise en vitesse maximale dans l'injecteur. Toute l'énergie dans le jet entraîne la rotation de la roue et l'eau ressort en pluie,
- les turbines à réaction (Francis, Kaplan). L'eau est guidée par le distributeur pour rentrer sans choc dans la roue. Celle-ci se met en vitesse maximale à la sortie de la roue.

Les principales turbines*



Turbine Pelton

L'eau sous forte pression est dirigée sur des augets en forme de double cuillère, en passant dans un injecteur muni d'un pointeau de réglage.

Turbine Banki-Michell

L'écoulement traverse une roue constituée de deux flasques réunies entre elles par une couronne d'aubes disposées cylindriquement.

Turbine Francis

L'écoulement pénètre radialement entre les aubes directrices et les aubes de la roue, qui sont fixes.

Turbine Kaplan

Il s'agit d'une turbine hélice dont les aubes directrices sont mobiles et dont les pales de la roue sont à inclinaison variable.

* Il existe d'autres types de turbines non évoqués ici : Turgo, Dériaz, hélice, etc. Leur axe peut être vertical, horizontal et même incliné.



Turbine Pelton



Deux turbines Banki (cross-flow)



Turbine Francis en bâche spirale



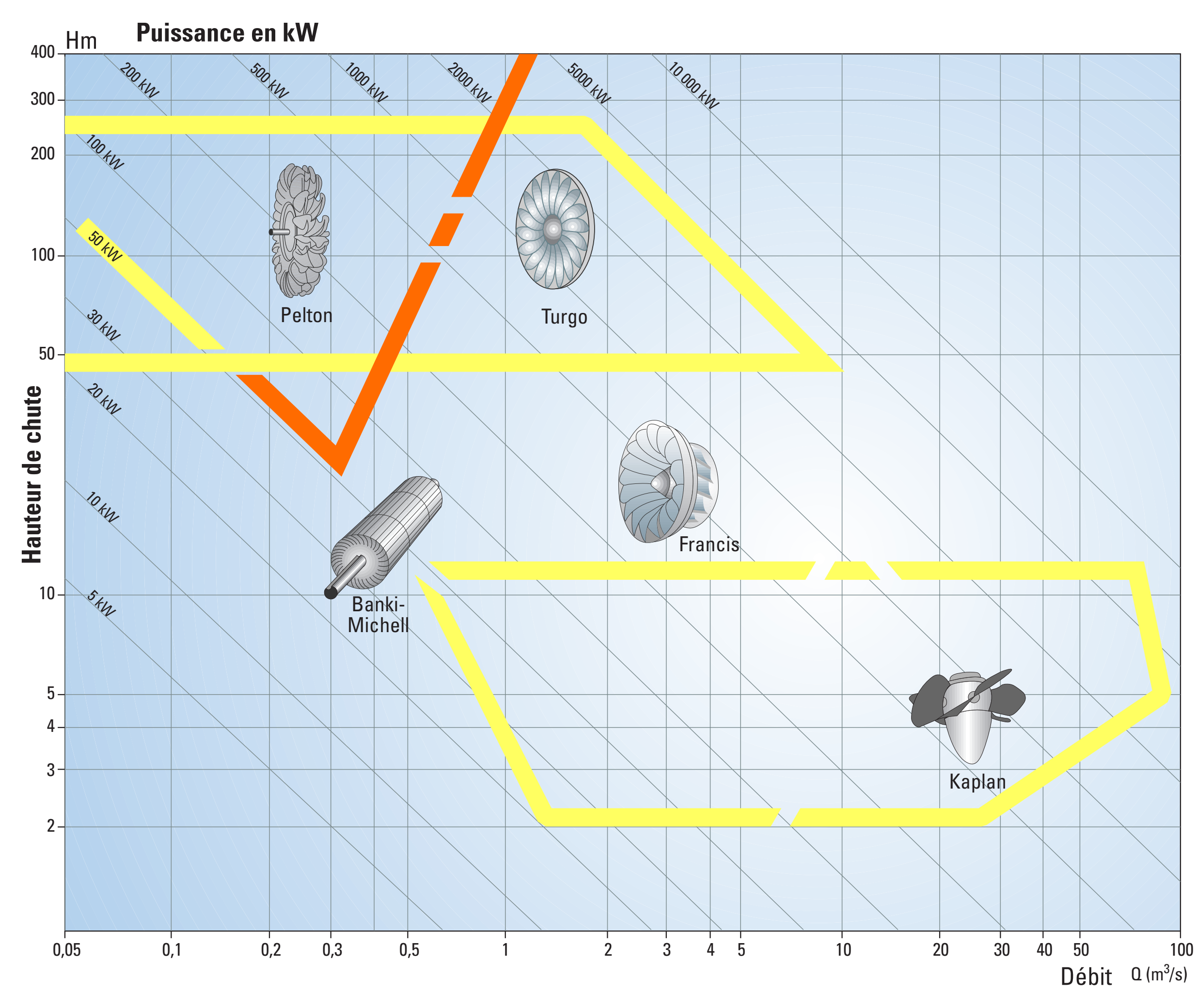
Turbine Kaplan trois pales

Le choix du type de turbine

Le choix du type de turbine dépend principalement du débit, de la hauteur de chute et de la vitesse de rotation de l'arbre.

Un premier classement approximatif permet d'identifier les types de turbines utilisées en fonction de la hauteur de chute de l'équipement.

- basses chutes (2 à 10 mètres)	• Turbines hélice. • Turbines Kaplan.
- moyennes chutes (5 à 100 mètres)	• Turbines Francis. • Turbines Banki-Michell.
- hautes chutes (50 à 400 mètres)	• Turbines Pelton. • Turbines Turgo.



Différents types de turbines adaptées aux microcentrales
selon de débit et la hauteur de chute (Document AFME)

Les générateurs de courant

LE FONCTIONNEMENT D'UN GÉNÉRATEUR DE COURANT

Un générateur de courant comprend deux parties, l'une fixe, le stator, l'autre mobile, le rotor. La rotation du champ magnétique du rotor à travers des bobines fixes du fil conducteur du stator génère le courant électrique.

Si le générateur dispose d'une paire de pôles (Nord et Sud) il faut que le rotor effectue 50 rotations par seconde, soit 3000 tours par minute, pour générer un courant sinusoïdal de 50 Hz (fréquence du courant en Europe). Si le rotor a 2 paires de pôles, la vitesse doit être de 1500 tours par minute.

Une fois mise en mouvement, une turbine entraîne (directement ou par l'intermédiaire d'un multiplicateur) un générateur de courant, qui transforme l'énergie mécanique disponible sur l'arbre en énergie électrique. Il existe deux types de générateurs :
- les générateurs synchrones appelés usuellement « alternateurs »,
- les générateurs asynchrones ou « génératrices ».

Les générateurs synchrones

Ils sont généralement utilisés :
- en réseau autonome,
- pour des unités de grande puissance, souvent supérieure à 2000 kW, raccordées au réseau national.

Dans le cas de l'alternateur, le rotor est formé par des électro-aimants alimentés par du courant continu.

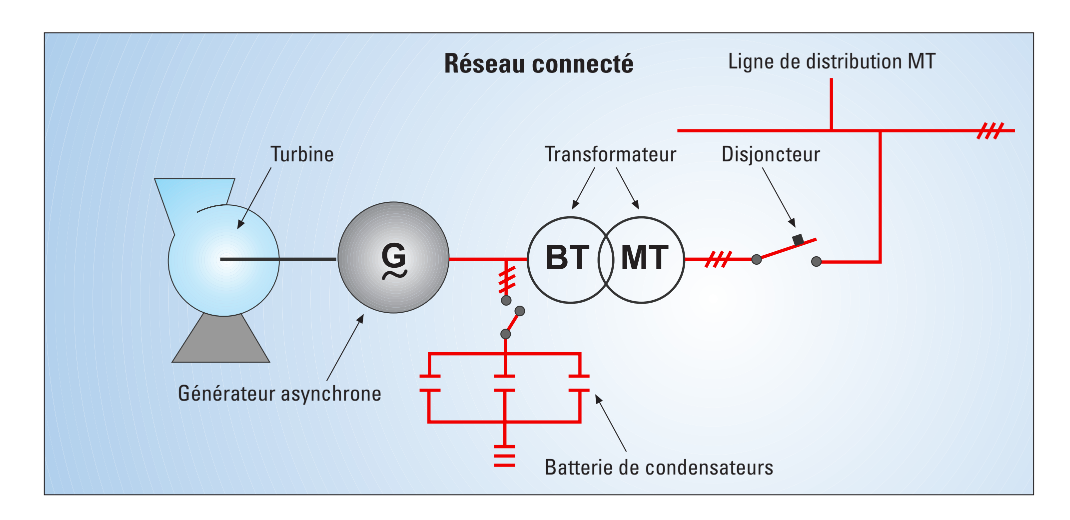
La vitesse de l'alternateur couplé au réseau est strictement constante si la fréquence du réseau reste stable. C'est la justification du terme synchrone.

Les générateurs asynchrones

La génératrice asynchrone comporte un rotor sans bobinage. Le courant qui y circule est produit, par induction, à partir des bobinages du stator.

Elle est essentiellement utilisée :
- lorsque la production de la centrale est prévue pour une vente à EDF, car dans ce cas la génératrice est pilotée par le réseau qui régule la fréquence et la tension du courant produit,
- pour des puissances inférieures à 2000 kW.

La génératrice asynchrone est plus simple de réalisation et plus facile à coupler au réseau en puissances moyennes. Par contre elle est moins intéressante que l'alternateur en ce qui concerne l'énergie réactive.



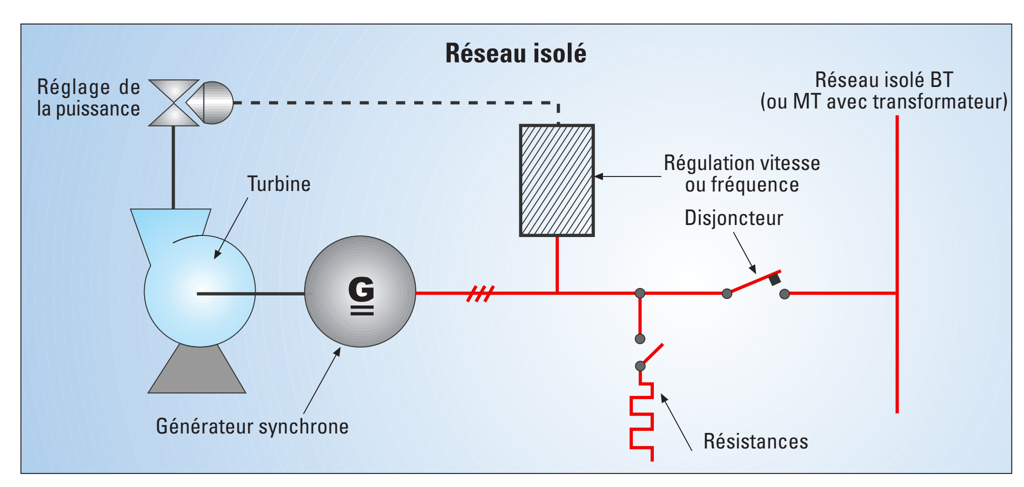


Schéma type d'équipements de production électrique en réseau connecté et isolé (extrait Les Petites Centrales Hydroélectriques, AFME)

LES NIVEAUX DE TENSION ÉLECTRIQUE

U < 48 volts : très basse tension (TBT)

48 < U < 660 volts : basse tension (BT)

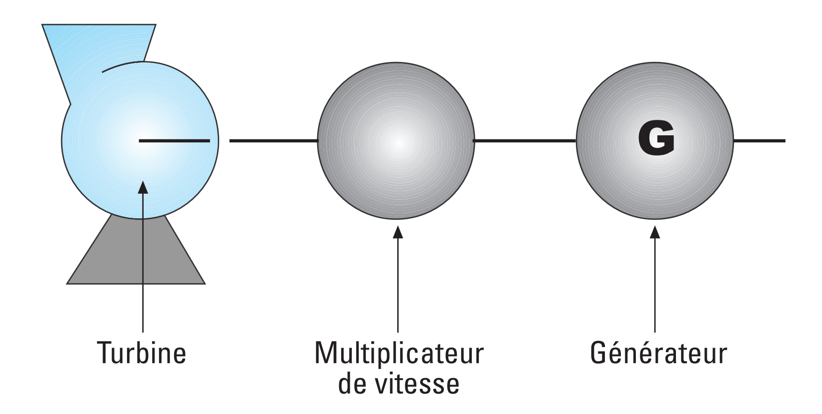
U = 20 000 volts : tension standard de distribution en France (HTA)

U > 60 000 volts : transport de la production en France (HTB)

Multiplicateurs de vitesse

La vitesse de rotation optimale d'une turbine hydraulique dépend à la fois du type de turbine, de la hauteur de chute sous laquelle elle fonctionne et du débit qu'elle utilise. Par exemple les turbines de basse chute et gros débit vont tourner de 100 à 300 tours par minute.

Or, la fréquence du courant alternatif du réseau sur lequel on se raccorde impose la vitesse de rotation du générateur (cf. paragraphe précédent ; pour 50 Hz la vitesse de rotation du générateur doit être de 3000, 1500 ou 1000 tours / minute selon que le rotor dispose de 1, 2 ou 3 paires de pôles). Le multiplicateur de vitesse, placé entre la turbine et le générateur, permet de synchroniser le fonctionnement des différents équipements.



Cette multiplication peut s'effectuer par courroies pour des puissances inférieures à 200 ou 300 kW. La multiplication par engrenages sous carter est utilisée pour des turbines de 100 kW environ jusqu'à plusieurs MW.

Les multiplicateurs de vitesse à engrenages, malgré un rendement élevé, produisent de la chaleur et peuvent avoir besoin de dispositifs de refroidissement par eau ou air.

Ils disposent souvent aussi de systèmes de circulation d'huile de lubrification des dentures et paliers, ainsi que des contrôles de température, de pression, de débit d'huile.

La multiplication de vitesse de la turbine n'est pas, du moins théoriquement, la seule solution pour régler le problème des basses vitesses de certaines turbines. On a pensé, de façon moins classique et plus récente, à produire avec la turbine un courant de fréquence relativement basse. Puis on change la fréquence de ce courant par des dispositifs électroniques adaptés. A ce jour, cette solution en est à ses débuts.

Les systèmes de régulation

Plusieurs facteurs sont à réguler dans la production d'énergie électrique :

- la fréquence du courant alternatif,
- la tension,
- le décalage entre la sinusoïde de la tension et celle de l'intensité (appelé déphasage) qui entraîne la consommation d'énergie réactive,
- l'adaptation du débit turbiné au débit disponible de la rivière.

• Pour une centrale couplée à un réseau interconnecté de grande puissance, la fréquence et la tension du réseau, ainsi que la vitesse de rotation de l'ensemble turbine-générateur, sont pratiquement constantes. La régulation se réduit donc essentiellement au réglage du débit turbiné et à la compensation d'énergie réactive.

• Dans le cas d'une centrale fonctionnant en réseau autonome, le maintien de la fréquence et de la tension dans des limites techniquement acceptables, nécessite à tout instant un équilibrage entre la puissance fournie et la puissance appelée par le réseau. Cet équilibrage peut être assuré par deux types de régulation :

- régulation du débit d'eau absorbé (régulation hydraulique). Cette solution est réalisable avec des turbines à débit variable, en agissant à différents niveaux : injecteurs, distributeurs, pales réglables … Les principaux problèmes résident dans la durée d'ajustement au débit, les à-coups de charge et la surpression dans les conduites forcées.
- régulation de la charge (régulation par absorption d'énergie). Dans ce système, l'eau est constamment turbinée et l'électricité non consommée est déchargée dans une batterie de résistances, grâce à un régulateur électronique de charge. Cette solution n'est actuellement utilisée que pour des puissances inférieures à 400 kW environ.

Les techniques actuelles permettent, au moindre coût, d'automatiser presque intégralement le fonctionnement des petites centrales. Il existe sur le marché des automates programmables qui assurent la régulation et la protection de démarrage et d'arrêt avec contrôle sur place ou à distance.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Les équipements de production représentent le cœur de la PCH. Ils comprennent notamment les turbines, les multiplicateurs de vitesse, les générateurs de courant, les systèmes de régulation.**

- **Le choix du type de turbine dépend principalement du débit et de la hauteur de la chute à aménager. Les turbines les plus connues sont la Pelton, la Banki-Michell, la Francis et la Kaplan.**

- **Les générateurs de courant transforment l'énergie mécanique en énergie électrique. On distingue les générateurs synchrones ou alternateurs et les générateurs asynchrones ou « génératrices ».**

- **Les multiplicateurs de vitesse permettent d'adapter la vitesse de rotation de la turbine à la vitesse du générateur. En Europe la fréquence du courant est de 50 Hz.**

- **Les systèmes de régulation peuvent porter sur plusieurs paramètres : la fréquence et la tension du courant, le déphasage entre la tension et l'intensité, le débit turbiné.**

FICHE N° 12

L'EVACUATION ET LA LIVRAISON DE L'ELECTRICITE

Le courant produit à la sortie du générateur doit ensuite être évacué et transporté jusqu'au point de livraison. Cette fiche présente les installations électriques nécessaires pour ce cheminement.

Autrefois, les PCH étaient manœuvrées, surveillées et entretenues par du personnel permanent. Aujourd'hui, les deux premières fonctions sont prises en charge par un automatisme ou système de contrôle. Les équipements nécessaires pour ce système de contrôle-commande sont décrits dans cette fiche.

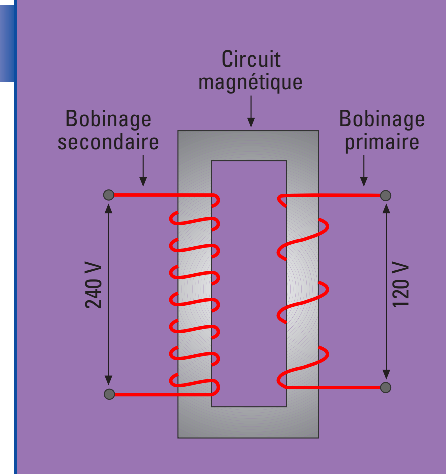
En définitive, cette fiche présente successivement :

- les transformateurs,
- le raccordement au réseau,
- le système de contrôle-commande.

Les transformateurs

Ces appareils ont été inventés à la fin du XIX° siècle ; ils ont permis de transporter l'énergie électrique sur de longues distances entre les zones de production et les zones de consommation. En élevant la tension du courant alternatif, on minimise les pertes et on peut faire voyager l'électricité sur de longues distances.

LE PRINCIPE D'UN TRANSFORMATEUR



L'intensité circulant dans un bobinage appelé «primaire» induit dans un autre bobinage appelé «secondaire» un courant qui dépend du rapport des nombres de spires de chaque bobinage (rapport de transformation). S'il y a plus de spires au secondaire, la tension y est plus élevée et l'intensité plus petite.

Un transformateur ne peut fonctionner qu'en alternatif car son principe repose sur le phénomène d'induction. Il s'agit d'un appareil statique qui peut soit abaisser la tension, soit l'élever.

Pour les PCH, les transformateurs sont des appareils extrêmement divers, par leur fonction bien sûr, mais aussi par leur taille et leur coût. Les deux grandes catégories sont les transformateurs de puissance et les transformateurs de mesure.

Les transformateurs de puissance

Ils sont indispensables quand la centrale doit débiter sur un réseau de tension 20 kV ou plus.

Il faut donc élever la tension du générateur de la PCH généralement en basse tension, à 20 kV ou plus.

Ces transformateurs peuvent être installés dans le bâtiment du groupe hydroélectrique ou dans un abri annexe ou même dans un parc grillagé en plein air. Les bobinages qui assurent la transformation de la tension sont très souvent immergés dans une huile isolante. Les isolants de type pyralène, autrefois recommandés, sont maintenant éliminés à cause des émanations dangereuses en cas d'incendie.

Les transformateurs de puissance sont surveillés par des appareils de contrôle de température, de dégagement gazeux, de pression. En cas de défaut, ils doivent pouvoir être isolés du réseau et du générateur. Pour des raisons de sécurité, leurs bornes doivent être isolées.

Un type de transformateur, qui s'apparente au transformateur de puissance principal, est le transformateur d'alimentation des services auxiliaires (pompe à huile, ventilateur, éclairage, chargeur de batterie ...). Ce transformateur est nécessaire quand le générateur débite en HTA alors que les auxiliaires ont besoin de BT.

Les transformateurs de mesure

A l'opposé des transformateurs de puissance, les transformateurs de mesure ne transmettent que des énergies très faibles destinées à des appareils de contrôle, de sécurité et signalisation ou les appareils de comptage d'énergie. Par contre ils doivent être très précis.

On distingue :

- les transformateurs de tension aussi appelés transformateurs de potentiel. Il servent à transformer la tension du réseau, surtout la HT, en une tension adaptée aux standards des appareils,
- les transformateurs d'intensité aussi appelés transformateurs de courant. Ils permettent la mesure de l'intensité avec des valeurs adaptées aux appareils de mesure.

On peut également rencontrer dans les PCH les transformateurs « d'isolement » qui ont pour fonction d'alimenter des équipements d'automatisme.



Transformateur intérieur

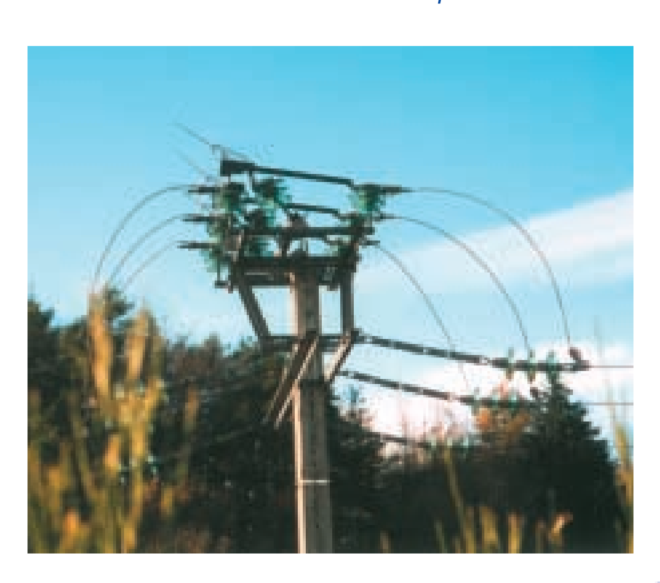


Transformateur extérieur

Départ vers le réseau en HTA



Interrupteur 20 000 volts en tête de poteau



Le raccordement au réseau

Le raccordement au réseau d'une PCH s'effectue principalement * :

- en basse tension (380 / 400 volts triphasé) pour les puissances inférieures à quelques centaines de kW,
- en 20 kV, tension standard en France pour la distribution.

Des textes techniques et administratifs encadrent, par des conditions précises, les procédures et solutions de raccordement. Il existe en France huit centres EDF chargés de l'accès au réseau de distribution (cf. fiche 19). Il est important de se positionner dans la « file d'attente » des demandeurs, car si le réseau vient à être saturé, le coût risque d'augmenter.

Raccordement basse tension

Le raccordement basse tension a l'avantage de dispenser la centrale de transformateur de puissance élévateur et des cellules haute tension. Par contre, la centrale ne doit pas être trop éloignée du point de raccordement choisi par l'autorité de gestion de réseau. Des dispositifs de protection sont parfois à prévoir pour éviter les risques de sur-tension ou sous-tension, lorsque la PCH se raccorde ou se découple du réseau.

Le coût de la ligne de raccordement est à la charge de l'installateur de la PCH, puis cette ligne devient de façon progressive propriété du réseau d'alimentation général.

Raccordement en 20 kV

Ce raccordement implique un transformateur de puissance (élévateur de tension) et généralement trois cellules HTA. La ligne de raccordement est aussi à la charge de l'installateur de la PCH.

Le raccordement s'effectue de plus en plus fréquemment en réseau souterrain.

Principes du raccordement

Dans tous les cas de figure, un système de protection, appelé «protection réseau» est imposé à la PCH. Les relais imposés mesurent les tensions sur les 3 phases ; ils sont contrôlés et plombés par l'organisme chargé de la gestion du réseau.

Il faut également installer les dispositifs de comptage des énergies fournies par la centrale et consommées par elle. En fonction du contrat de rachat de l'électricité, ces dispositifs doivent permettre de séparer la production des heures creuses et des heures pleines, des heures de pointe, d'hiver et d'été.

* Pour les centrales de forte puissance, le raccordement peut se faire directement sur le réseau de transport (60 kV ou plus). Ce cas est peu fréquent pour les PCH.

Le système de contrôle-commande

La fonction de manœuvre automatique

Elle comporte un certain nombre d'opérations, parmi lesquelles on met en relief des « séquences » de fonctionnement (par exemple : séquences de démarrage, séquences de couplage, séquences d'arrêts divers ...).

Ces opérations, réalisées depuis quelques dizaines d'années par un automatisme à relais électromécanique, sont maintenant centralisées dans un automate programmable ou réalisées par un micro-ordinateur.

La fonction de surveillance

Elle consiste à comparer des mesures fournies par des capteurs avec les seuils préréglés et fournir les réactions prévues pour chaque type de défaut.
Cette surveillance peut porter sur des points très divers : contrôle de niveau, de débit, de pression d'huile, de débit d'eau de refroidissement, de température de paliers ou de bobinages de générateur, de vibrations, de tension des alimentations d'auxiliaires, de courants, etc.

La fonction de télécommande

Cela implique l'installation dans la centrale d'un système capable de transformer les informations acquises localement en signaux transmissibles par lignes téléphoniques, les messages pouvant être reçus par Minitel ou PC. Dans certains cas une partie au moins des signaux peut être transmise par radio.
Aujourd'hui encore, des visites régulières restent un bon moyen d'éviter de se laisser surprendre par l'incident nouveau, pratiquement imprévisible, et aussi de compléter les systèmes de surveillance et de contrôle. Toute centrale, même reproduite à partir d'un modèle, garde en effet son originalité. Elle ne peut pas totalement s'abstraire de la nature dans laquelle elle est installée qui, elle, n'est pratiquement jamais identique d'un lieu à un autre.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Un transformateur permet d'élever ou d'abaisser la tension électrique. Les PCH peuvent être dotées de transformateurs de puissance et de transformateurs de mesure.**

- **Le raccordement au réseau s'effectue le plus souvent en basse tension ou en 20 kV. Dans tous les cas, un système de «protection réseau» est imposé à la PCH.**

- **Les systèmes de contrôle-commande se sont beaucoup développés ces dernières années. Ils peuvent avoir une fonction de manœuvre automatique, de surveillance, de télécommande. Cependant toute PCH garde son originalité et des visites régulières sont souvent indispensables.**

FICHE N° 13

L'ETUDE D'IMPACT

Les projets de PCH dont la puissance maximale brute dépasse 500 kW sont soumis à l'étude d'impact, les projets dont la puissance est inférieure à 500 kW sont soumis à notice d'impact. Cette fiche a pour objectif de présenter la notion d'étude et de notice d'impact.

Le cadre réglementaire a été présenté dans la fiche 6. Le lecteur se reportera utilement à cette fiche relative au droit de l'environnement.

Cette fiche présente les généralités sur l'étude d'impact. Des fiches thématiques, relatives au milieu physique, au milieu naturel et au milieu humain, complètent cette fiche de présentation générale (fiches 14,15 et 16).

En définitive, cette fiche abordera successivement :
- la définition de l'étude et la notice d'impact,
- son contenu et ses fondements,
- sa conduite,
- sa responsabilité.

Qu'est-ce qu'une étude d'impact ?

L'étude d'impact est une identification et une analyse des effets positifs et négatifs d'un projet sur l'environnement, le cadre de vie et la santé.

Instaurée par la loi sur la protection de la nature votée en 1976, l'étude d'impact est un instrument essentiel pour la protection de l'environnement.

Présentée dans le dossier de demande d'autorisation, l'étude d'impact constitue bien souvent la synthèse des études d'environnement réalisées aux différents stades d'élaboration du projet. Elle permet donc au Maître d'Ouvrage, au même titre que les études techniques, économiques et financières, d'améliorer son projet.

Dans le Code de l'environnement, partie législative, l'étude d'impact est présentée dans les articles :

- L.122-1 : objectif de l'étude d'impact, insertion dans les procédures,
- L.122-2 : conséquences de l'absence d'étude d'impact,
- L.122-3 : contenu de l'étude d'impact, lien avec les enquêtes publiques, etc.

LA NOTICE D'IMPACT

Version simplifiée de l'étude d'impact, la notice comprend théoriquement deux rubriques décrivant respectivement les incidences éventuelles du projet sur l'environnement et les conditions dans lesquelles l'opération projetée satisfait aux préoccupations d'environnement.

Dans les faits, même si la notice ne requiert pas réglementairement le plan indiqué pour l'étude d'impact, il est fortement recommandé de s'en inspirer. Selon la réglementation, le contenu de l'étude doit être en relation avec l'importance des travaux et des aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

En définitive, la notice ne diffère de l'étude d'impact que par :

- le nombre plus limité de domaines à étudier, en ne prenant en compte que les critères les plus pertinents,
- le nombre plus limité de campagnes saisonnières de mesures physico-chimiques et hydrobiologiques. En pratique l'usage consacre 1 ou 2 campagnes pour la notice, contre 4 pour l'étude d'impact.

Quels sont le contenu et les fondements de l'étude d'impact ?

Le décret du 12 octobre 1977 modifié mentionne que l'étude d'impact doit présenter successivement :

«1- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement, portant notamment sur les richesses naturelles et les espaces naturels agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, affectés par les aménagements ou ouvrages ;

2- Une analyse des effets directs et indirects, temporaires ou permanents du projet sur l'environnement et la santé, et, en particulier sur la faune et la flore, les sites et les paysages, le sol, l'eau, l'air, le climat, les milieux et les équilibres naturels, les équilibres biologiques, sur la protection des biens et du patrimoine culturel et, le cas échéant, sur la commodité du voisinage (bruit, vibrations, odeurs, émissions lumineuses) ou sur l'hygiène, la sécurité et la salubrité publique ;

3- Les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les partis envisagés, le projet présenté a été retenu ;

4- Les mesures envisagées par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ;

5- Une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation.

Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude, celle-ci fera l'objet d'un résumé non technique.

Lorsque la totalité des travaux prévus au programme est réalisée de manière simultanée, l'étude d'impact doit porter sur l'ensemble du programme. Lorsque la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact de chacune des phases de l'opération doit comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme ».

L'article 19 de la loi sur l'air de 1996 ajoute que toute étude d'impact doit désormais inclure une « étude des effets du projet sur la santé ».

UN EXEMPLE DE PLAN D'ÉTUDE D'IMPACT*

— Résumé non technique
— Présentation du projet :
  - les composantes du projet, de la prise d'eau au canal de restitution
  - la procédure administrative de demande d'autorisation
  - les aspects réglementaires de l'étude d'impact
— L'état initial de l'environnement
— Les raisons du choix du projet
— Les effets sur l'environnement de la solution retenue
— Les mesures réductrices ou compensatoires associées
— Les effets sur la santé
— Les méthodes utilisées et les difficultés rencontrées

* Il n'y a pas un modèle unique de plan d'étude d'impact, d'autant plus que celle-ci s'adresse à un public large associant des personnes compétentes dans le domaine de l'hydraulique ou de l'hydrobiologie et des personnes non averties. Nous considérons que le rédacteur doit toujours être attentif à la lisibilité du document et à la cohérence de la démarche.

Rappelons que la loi sur l'eau de 1992 dans son article 2, et ses décrets d'application, demandent la réalisation d'une « étude d'incidence » à intégrer dans le dossier de demande d'autorisation. Cette étude précise, compte tenu des variations saisonnières et climatiques, les incidences de l'opération sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux, en fonction des différentes composantes du projet. Ce document doit aussi préciser la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE ou SAGE). Ces informations complémentaires doivent figurer dans l'étude d'impact dont elles constituent le volet « milieu aquatique ».

L'échelle d'analyse

L'analyse des impacts d'un projet de PCH peut être appréhendée à différentes échelles de perception :
- à l'échelle du tronçon court-circuité, notamment pour les aspects hydrobiologiques,
- à l'échelle du site de la PCH, notamment pour les aspects paysagers, le bruit, etc,
- à l'échelle du bassin versant du cours d'eau considéré, notamment pour les aspects piscicoles,
- à l'échelle globale, notamment pour l'effet de serre et les pollutions atmosphériques évités, etc.

Les problèmes d'environnement doivent être posés aux bonnes échelles de perception.

A titre d'exemple :
- un aménagement hydroélectrique peut ne pas être trop contraignant pour la remontée de poissons migrateurs, par contre une succession d'aménagements peut devenir une réelle contrainte (effets cumulatifs),

- l'impact d'une PCH peut paraître négligeable par rapport à l'effet de serre évité, par contre l'ensemble du parc de PCH aura un impact positif non négligeable.

L'étude d'impact doit donc sérier ces différentes questions, afin de mieux mesurer les impacts de l'aménagement et de pouvoir ensuite les hiérarchiser.

Les échelles d'analyse d'un aménagement hydroéléctrique

le tronçon court-circuité
le site de la PCH
le bassin versant du cours d'eau
la biosphère

L'approche systémique

Un cours d'eau forme un écosystème à part entière, c'est-à-dire une unité fonctionnelle constituée par un ensemble d'organismes vivants (faune piscicole, flore) exploitant un milieu naturel déterminé.

Un écosystème ne constitue pas une entité figée, mais au contraire une structure en évolution permanente. Son fonctionnement repose sur 3 éléments indispensables :

- une source d'énergie,
- une capacité de stockage de cette énergie,
- un ensemble d'éléments liés entre eux et utilisant cette énergie.

Un écosystème qui subit une perturbation peut réagir de différentes manières :

- si celle-ci est minime, il peut reprendre son état d'équilibre antérieur,
- si celle-ci est très importante, l'écosystème peut se dégrader complètement,
- entre ces deux extrêmes, l'écosystème peut trouver un nouvel état d'équilibre.

Dans l'étude d'impact, l'approche systémique est souvent plus utile que l'approche strictement analytique.

QU'EST-CE QUE L'APPROCHE SYSTÉMIQUE ?

L'approche systémique s'est développée au cours des 40 dernières années, de la confrontation de plusieurs disciplines dont la biologie, la théorie de l'information, la cybernétique et la théorie des systèmes.
A la différence de l'approche analytique, l'approche systémique englobe la totalité des éléments du système étudié, ainsi que leurs interactions et leurs interdépendances.
Dans sa définition la plus courante, un système est un «ensemble d'éléments en interaction» (J. de Rosnay)

Quatre concepts fondamentaux apparaissent dans la notion de système :
- l'interaction,
- la globalité,
- l'organisation,
- la complexité.

L'écologie s'est largement inspirée de l'approche systémique, avec notamment la notion d'écosystème.

La notion d'impact

Il existe aujourd'hui toute une terminologie pour caractériser les impacts ou effets d'un projet sur l'environnement :

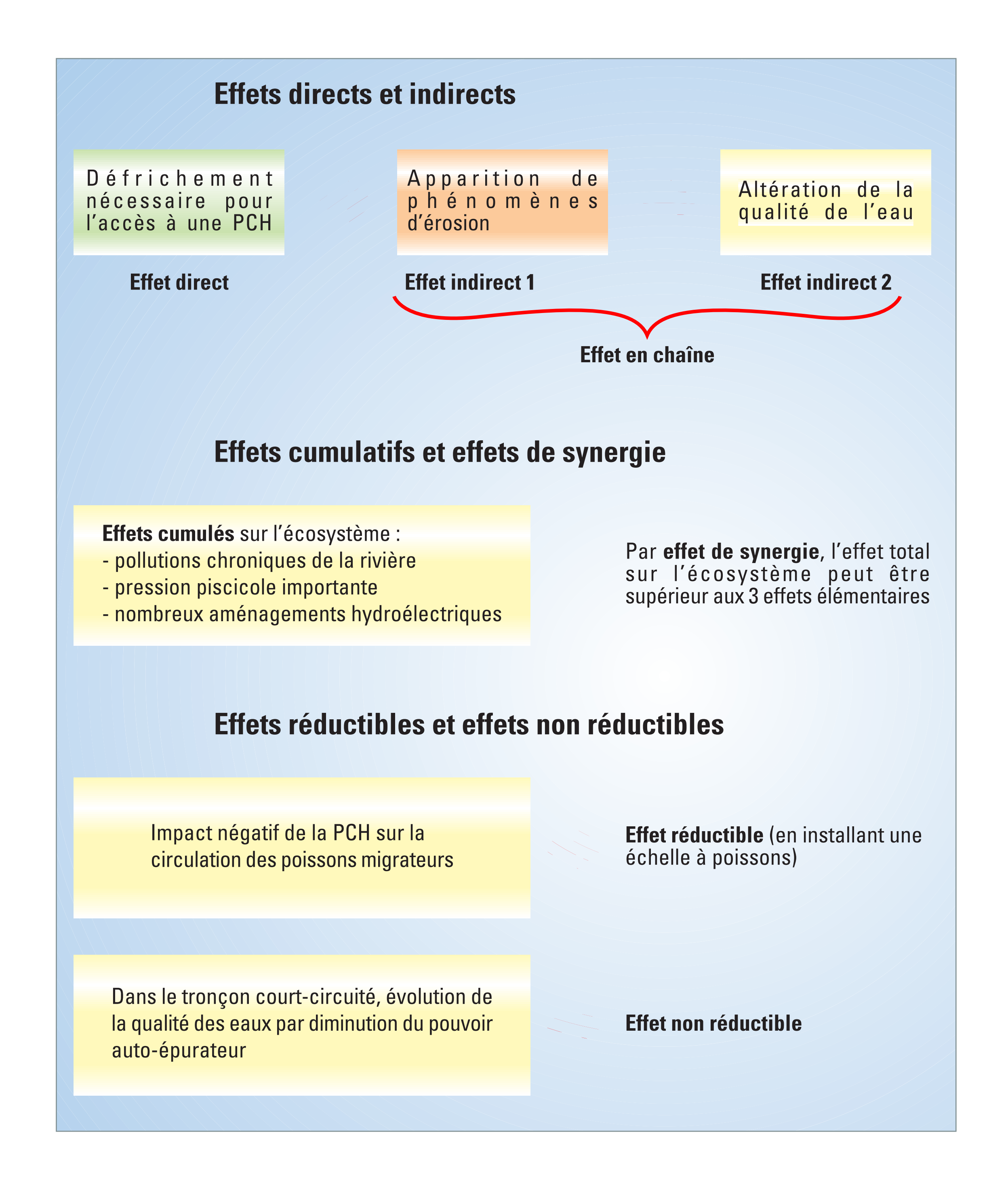
- effets directs et indirects,
- effets temporaires et permanents,
- effets cumulatifs,
- effets de synergie,
- impacts positifs et négatifs,
- effets réductibles et effets non réductibles.

Les exemples ci-après fournissent quelques illustrations de ces notions.

QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE IMPACT ET EFFET ?

Les termes impact et effet sont souvent utilisés indifféremment pour présenter les conséquences du projet sur l'environnement. En fait, effet et impact n'ont pas tout à fait le même sens :

- on parle d'effet quand on décrit une conséquence objective du projet sur l'environnement : exemple d'un transformateur qui émet un niveau sonore de X décibels,
- on parle d'impact quand on transpose la conséquence du projet sur une échelle de valeurs. Pour des émissions sonores, l'impact peut être fort si des riverains se situent en périphérie.


Effets directs et indirects
Défrichement nécessaire pour l'accès à une PCH
Apparition de phénomènes d'érosion
Altération de la qualité de l'eau
Effet direct
Effet indirect 1
Effet indirect 2
Effet en chaîne
Effets cumulatifs et effets de synergie
Effets cumulés sur l'écosystème :
- pollutions chroniques de la rivière
- pression piscicole importante
- nombreux aménagements hydroélectriques
Par effet de synergie, l'effet total sur l'écosystème peut être supérieur aux 3 effets élémentaires
Effets réductibles et effets non réductibles
Impact négatif de la PCH sur la circulation des poissons migrateurs
Effet réductible (en installant une échelle à poissons)
Dans le tronçon court-circuité, évolution de la qualité des eaux par diminution du pouvoir auto-épurateur
Effet non réductible

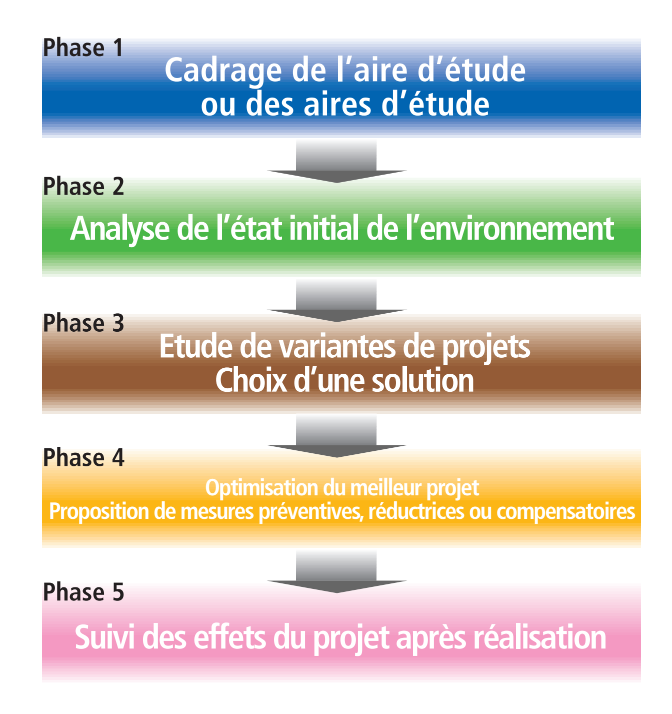
La conduite de l'étude d'impact

• L'analyse de l'environnement doit être engagée dans une démarche continue, progressive et sélective.
- La continuité doit être assurée aux différentes étapes du programme des études, et de manière générale, à tous les stades du projet. La continuité est une condition nécessaire à la cohérence du projet.
- Il est bien évident qu'il ne saurait être question, dès la première phase d'étude, d'analyser l'ensemble des données dans le moindre détail. La logique veut ainsi que le niveau de précision aille croissant au fur et à mesure des phases successives.
- La sélectivité s'impose face à la complexité et au grand nombre de critères environnementaux. Autrement dit, la priorité ne doit pas être d'atteindre l'exhaustivité, mais plutôt de rechercher les enjeux les plus pertinents.

Les trois notions précédentes appellent celle d'itération qui consiste à vérifier la pertinence des choix antérieurs. L'apparition d'un nouveau problème, l'approfondissement d'un aspect du projet ne remettent-ils pas en question ces choix ?

• L'analyse de l'environnement doit être engagée le plus en amont possible, au stade des études préliminaires. De fortes contraintes environnementales peuvent remettre en cause la faisabilité même du projet ; il est donc indispensable de les identifier le plus tôt possible.

La conduite de l'étude d'impact doit être menée en plusieurs séquences successives, le plus souvent interdépendantes, ou pouvant être, selon la nature et l'importance du projet, plus ou moins confondues. Cette conduite est schématisée dans le diagramme ci-après.



Dialogue avec les partenaires institutionnels de l'environnement, les associations et la population

Qui est responsable de l'étude d'impact ?

L'étude d'impact est réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage, du pétitionnaire ou du promoteur. Les coûts afférents à la réalisation de l'étude d'impact sont entièrement à sa charge. Le maître d'ouvrage n'est cependant pas tenu de faire l'étude d'impact lui-même. En raison de son caractère technique, de la diversité des connaissances requises, il est même recommandé de faire appel à des bureaux d'études ou à des consultants extérieurs spécialisés dans ce type d'étude.
Dans tous les cas, le document final doit indiquer la dénomination précise et complète du ou des auteurs de l'étude d'impact. Cette disposition vise à renforcer la crédibilité du dossier aux yeux du public et à assurer la transparence de la décision.
Le contrôle de l'étude d'impact est effectué par les services instructeurs de l'Etat qui vérifient le contenu et la pertinence du dossier.
Depuis 1977, ce sont des dizaines de milliers d'études d'impact qui ont été rédigées, sur une grande variété d'aménagements, d'ouvrages ou de travaux.

Certaines de ces études d'impact ont fait l'objet de recours. Une jurisprudence s'est ainsi constituée ; elle permet aussi d'éclairer les principales difficultés d'application des textes en vigueur.

Il va de soi que le contentieux sur une étude d'impact peut considérablement ralentir la procédure d'instruction du projet, ou même remettre en cause sa faisabilité. Le maître d'ouvrage aura donc tout intérêt à conduire cette étude avec sérieux, tant sur le fond que sur la forme.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **L'étude d'impact est bien souvent la pièce maîtresse du dossier de demande d'autorisation. Elle est la synthèse des études d'environnement du projet.**
  La notice d'impact, nécessaire pour les projets d'une puissance inférieure à 500 kW, représente une version simplifiée de l'étude d'impact.

- **Le décret du 12 octobre 1977 mentionne les différents chapitres qui composent l'étude d'impact. Celle-ci comprend notamment l'état initial de l'environnement, l'impact du projet, les raisons du choix du projet, les mesures réductrices et compensatoires. Les échelles d'analyse d'un aménagement hydroélectrique sont multiples ; elles vont du tronçon de la rivière court-circuité à l'ensemble du bassin versant et même la biosphère.**

- **L'analyse de l'environnement doit être réalisée dans une démarche continue, progressive et sélective. D'autre part cette analyse doit être engagée le plus en amont possible, au stade des études préliminaires.**

- **L'étude d'impact est réalisée sous la responsabilité du maître d'ouvrage, du pétitionnaire ou du promoteur.**

FICHE N° 14

LE MILIEU PHYSIQUE

L'analyse du milieu physique nécessite de collecter des données relatives à la climatologie, la géologie et la géomorphologie, l'hydrologie, la physico-chimie des eaux, l'hydrogéologie, les risques naturels. Les fiches 3 et 9 ont déjà abordé les aspects climatologiques et hydrologiques. Cette fiche présentera principalement les autres thèmes du milieu physique.

Milieu physique et milieu naturel sont deux thèmes étroitement dépendants, le premier étant le support du second. Les fiches 14 et 15 sont très liées.

La conduite de l'étude d'impact comprend 3 étapes principales :
- l'état initial de l'environnement avec le recueil des données,
- l'analyse des impacts avec l'optimisation du meilleur projet,
- l'élaboration des mesures réductrices ou compensatoires.

Cette fiche présentera le milieu physique avec différentes phases du processus d'étude d'impact.

Le recueil des données sur le milieu physique

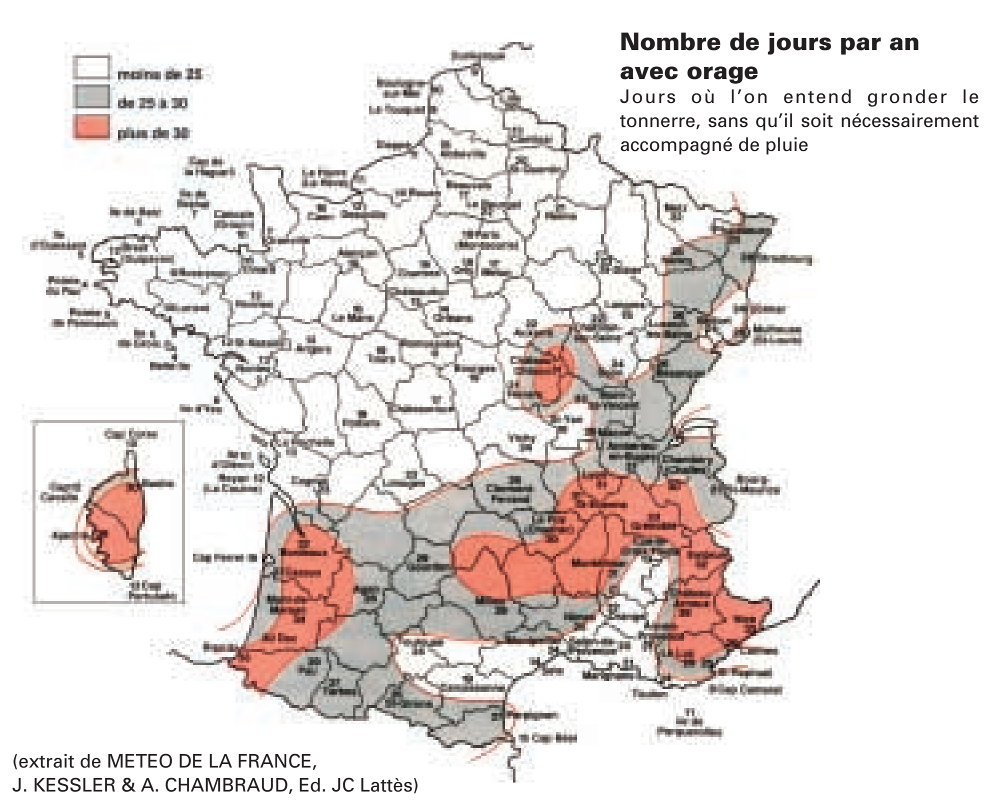
Les tableaux suivants présentent les différents paramètres à collecter et les organismes susceptibles de fournir de l'information. Ils n'ont pas un caractère exhaustif.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Climatologie	Paramètres climatiques à collecter sur l'ensemble du bassin-versant : - températures, - pluviométrie, - vent, - orage, - ensoleillement, gel	Météo France

Les données climatiques sont des informations importantes, pas seulement dans le cadre des études environnementales, mais aussi dans le cadre des études techniques, pour mieux connaître les débits et la ressource hydraulique.
Le risque orageux peut être apprécié par l'interrogation du service Météorage de Météo France. Deux types d'information sont disponibles à l'échelle de la commune :

- le niveau kéraunique qui est le « nombre de jours par an où l'on entend gronder le tonnerre »,

- la densité de foudroiement qui est le « nombre de coups de foudre au sol par km² et par an ».



Nombre de jours par an avec orage

Jours où l'on entend gronder le tonnerre, sans qu'il soit nécessairement accompagné de pluie

(extrait de METEO DE LA FRANCE, J. KESSLER & A. CHAMBRAUD, Ed. JC Lattès)

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Géologie	Cartes géologiques	BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières)
Pédologie	Cartes pédologiques	INRA (Institut National de la Recherche Agronomique)
Géomorphologie	Composantes morphologiques du cours d'eau : - conformation du lit, - conformation des berges, - phénomènes d'érosion, - transport solide, - sédimentation, - faciès morphodynamiques.	CNRS et expert géomorphologue

Cette analyse peut être menée à 3 échelles de perception (conduisant à 3 niveaux de détails croissants) :
- à l'échelle du bassin versant,
- à l'échelle de l'ensemble du cours d'eau,
- à l'échelle du tronçon étudié.

A l'échelle la plus fine (tronçon), on décrit :
- les pentes du lit (profil en long),
- la conformation du lit et des berges (profil en travers),
- la nature et la structure de la charge solide en place,
- les faciès d'écoulement, avec la variabilité de la lame d'eau à l'étiage.

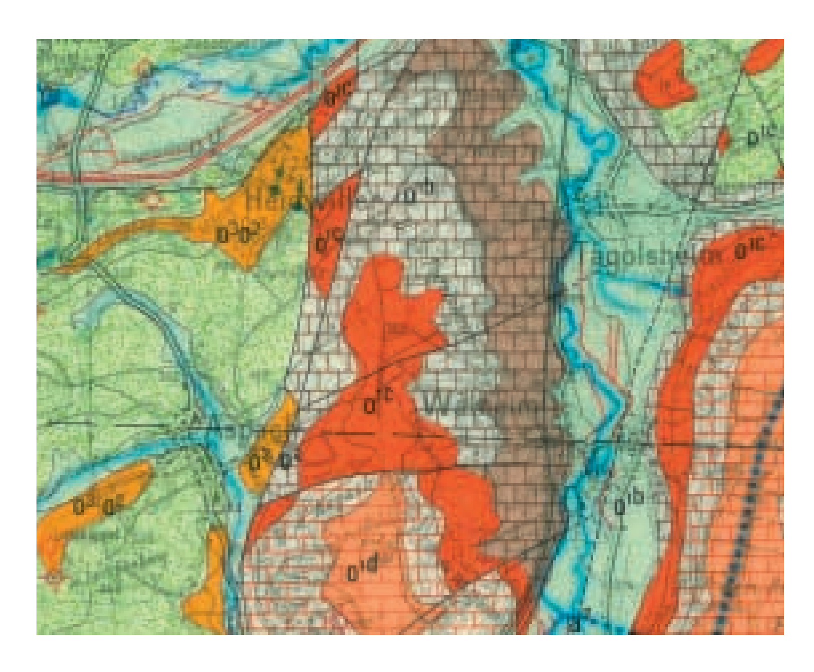
Les données hydrogéologiques peuvent être présentées dans ce chapitre ; en effet ces informations sont très dépendantes des formations géologiques

présentes. Les cartes géologiques, hydrogéologiques sont principalement à l'échelle du 1/50 000 ou 1/80 000.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Hydrogéologie, eaux souterraines	Différents aquifères concernés par le projet Qualité des eaux souterraines Sources, captages, forages	BRGM Agence de l'eau DDASS (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales)



Extrait de la carte géologique de la France
Echelle 1/50 000
Edition BRGM, Service géologique national



Extrait de la carte hydrogéologique de la région d'Altkirch (feuille 445)
Echelle 1/50 000
DATAR/BRGM 1967

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Hydrologie (pour mémoire).	Débit moyen, débit d'étiage, débit de crue, etc.	DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt)
Physico-chimie des eaux superficielles.	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau (cf. SEQ Eau)	Données Agence de l'Eau Etude de terrain (analyse hydrobiologique) DIREN (Direction Régionale de l'Environnement)

Les données hydrologiques (cf. fiches 3 et 9) sont collectées en tout début du projet ; elles sont déterminantes pour la rentabilité même de ce dernier.

Les caractéristiques physico-chimiques font partie de l'analyse hydrobiologique. Elles sont mesurées en 4 prélèvements, à différentes périodes du cycle hydrobiologique et aux emplacements les plus significatifs.

CONTENU DE L'ANALYSE HYDROBIOLOGIQUE DANS LE CADRE D'UN PROJET DE PCH

- données physico-chimiques (cf. fiche 14),
- inventaire de la faune et la flore aquatique (cf. fiche 15),
- inventaire piscicole (cf. fiche 15).

LE NOUVEAU SYSTÈME D'ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX (SEQ EAU) (donnée Agence de l'Eau Adour-Garonne, 2000)

Depuis 1971, la qualité des cours d'eau était évaluée en France à partir d'une grille qui associe, pour une série de paramètres physico-chimiques et biologiques, des valeurs seuils définissant 5 classes de qualité représentées par les couleurs bleu, vert, jaune, orange et rouge. Cette grille permettait une évaluation sommaire de l'aptitude de l'eau aux principaux usages.

Les agences de l'eau et le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ont souhaité, dans les années 90, la moderniser, l'enrichir et en normaliser l'utilisation.

Il en est résulté une évaluation de la qualité des cours d'eau fondée sur trois volets :

- le volet «eau», le SEQ-Eau, pour évaluer la qualité de l'eau (physico-chimique, bactériologique) et son aptitude à satisfaire les fonctions naturelles des milieux aquatiques et les usages de l'eau. Ce volet est actuellement opérationnel;
- le volet «milieu physique», le SEQ-Physique, pour apprécier le degré d'artificialisation ou de perturbation du lit mineur, des berges, du lit majeur et du régime des eaux,
- le volet «biologique», le SEQ-Bio, pour estimer l'état des peuplements animaux et végétaux vivant dans le cours d'eau et ses abords.

Ces deux derniers volets, encore à l'état de prototype, sont en cours de test.

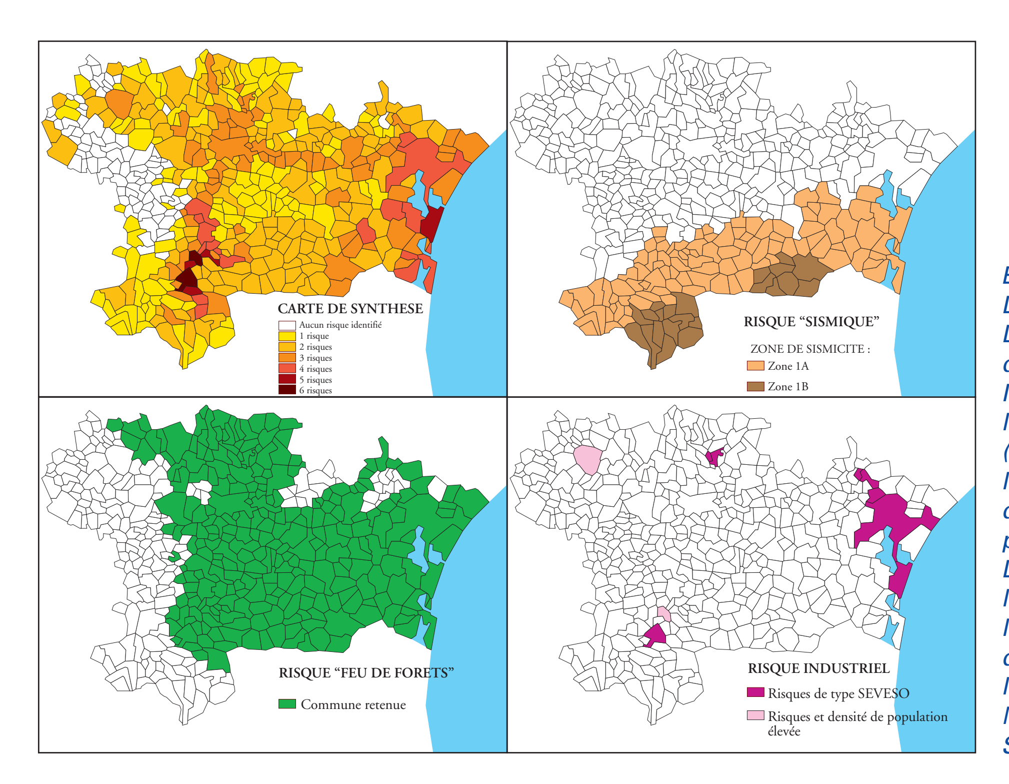
Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Risques naturels	Risque de crue Risque de mouvements de terrain Risque d'incendie Risque d'avalanche Risque sismique	Préfecture (Sécurité Civile) DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement) SDIS (Service Départemental d'Incendie et de Secours) DDE (Direction Départementale de l'Equipement)

Dans le cadre de l'information préventive, il existe plusieurs types de documents qui présentent les risques naturels :

- le DDRM (Dossier Départemental de Risques Majeurs) à l'échelle du département,
- le DCS (Dossier Communal Synthétique) et le DICRIM (Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs) à l'échelle de la commune.

Dans le cadre des dispositifs réglementaires, il existe aujourd'hui un document annexé aux documents d'urbanisme : le PPRNP (Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles). Ce document, institué par la loi Barnier de 1995, remplace les nombreux documents antérieurs :

- les Plans d'Exposition aux Risques (PER),
- les Plans de Surfaces Submersibles (PSS),
- les Plans de Zones Sensibles aux Incendies de Forêt (PZSIF),
- etc.



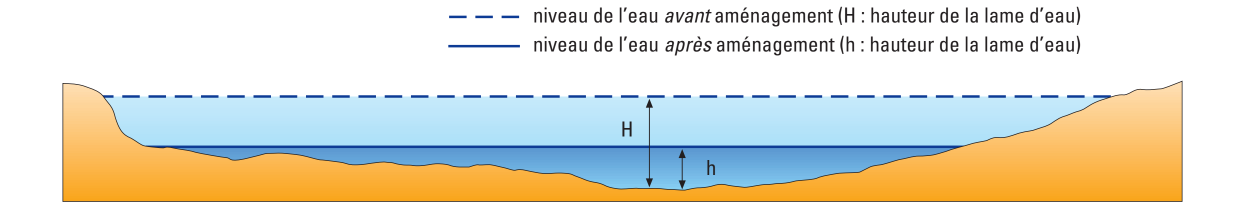
Extrait du Dossier Départemental des Risques Majeurs de l'Aude (Préfecture de l'Aude, 1994 : dossier élaboré par la DDAF, la DDE, la DRIRE, le SDIS, les services départ. de l'Education Nationale, le SIDPC)

L'analyse des impacts sur le milieu physique

Sous thème	Exemples d'impact à analyser	Illustrations à joindre
Hydrologie, physico-chimie des eaux	Conséquences de la modification du régime des eaux : - en amont de l'installation : création d'un obstacle à l'évacuation des crues, - dans la retenue : marnage, échauffement de l'eau, risque d'eutrophisation, - dans le tronçon court-circuité : diminution de la lame d'eau et du périmètre mouillé, échauffement en été, gel en hiver, - en aval de l'installation : variations brutales de niveau dues aux éclusées, diminution du transport solide.	Profil en travers et profil en long du cours d'eau. Diagramme simulant l'évolution de la qualité de l'eau.
Hydrogéologie, géomorphologie	Conséquences sur l'évolution des nappes de l'évolution de la ligne d'eau : - à l'amont : diminution du drainage de la nappe, répercussions sur l'état de saturation des sols, - dans le tronçon court-circuité : aggravation du drainage de la nappe, répercussions sur les puits, les zones humides, Conséquences sur l'hydrogéologie des conduites forcées enterrées, du canal de dérivation. Influence sur la stabilité des berges de l'évolution de la ligne d'eau.	Carte piézométrique, coupes et plans divers.
Risques naturels	Conséquences de l'aménagement sur la stabilité des versants, possibilités de mouvements de terrain. Risque d'incendie lié à une ligne aérienne d'évacuation de l'énergie. Modifications de l'écoulement des crues, pour les aménagements importants.	Diagrammes, coupes modèles (pour les aménagements hydrauliques importants)

Profil en travers au niveau du tronçon court-circuité

niveau de l'eau *avant* aménagement (H : hauteur de la lame d'eau)
niveau de l'eau *après* aménagement (h : hauteur de la lame d'eau)



Mesures réductrices ou compensatoires sur le milieu physique

La démarche consiste à privilégier d'abord les mesures «pour éviter», puis les mesures «pour réduire» et enfin les mesures «pour compenser».

Les types de mesures

EVITER OU SUPPRIMER	RÉDUIRE	COMPENSER
Exemple : interdire l'accès en phase chantier d'un périmètre de captage pour éviter tout risque de pollution.	Exemple : maintenir un périmètre mouillé significatif pour limiter l'assèchement du tronçon court-circuité.	Exemple : proposer une réserve de pêche pour compenser l'impact sur la faune piscicole, mettre en place une redevance d'alevinage.

Il est souvent pertinent dans l'étude d'impact de différencier les mesures préventives, réductrices ou compensatoires :

- pendant la période de chantier,
- pendant la période de fonctionnement de l'installation.

A titre d'exemples, voici quelques mesures qui peuvent être proposées pour réduire les impacts sur le milieu physique :

- maintien d'un débit réservé modulé dans le temps pour permettre un pouvoir de dilution suffisant d'éventuels effluents,
- installation d'un dispositif de contrôle de la qualité des eaux permettant de corriger une anomalie constatée,
- adaptation d'un mode opératoire en phase chantier pour limiter les matières en suspension,
- interdiction de déversement sur le sol, en phase chantier, d'hydrocarbures et de produits chimiques.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **L'analyse du milieu physique a trait à la climatologie, l'hydrologie, l'hydrogéologie, la physico-chimie des eaux et les risques naturels.**

- **Les informations sont à recueillir principalement auprès de Météo France, du BRGM, de l'Agence de l'eau, de la DDAF, DDE, DDASS, Préfecture, SDIS, DIREN et DRIRE.**

- **En fonction de la problématique posée, l'impact peut être analysé à différentes échelles de perception. Le porteur de projet devra, dans tous les cas, prendre en compte la partie en amont et la partie en aval de son installation.**

- **La démarche consiste à privilégier d'abord les mesures pour éviter, puis les mesures pour réduire, et enfin les mesures pour compenser.**

LE MILIEU NATUREL

L'appréciation des impacts sur le milieu biologique, et notamment la faune piscicole, constitue bien souvent l'un des thèmes majeurs de l'étude d'impact. Le porteur d'un projet aura tout intérêt à aborder cette thématique avec beaucoup de soins.

Outre les écosystèmes aquatiques, les écosystèmes terrestres sont à prendre en compte dans l'étude milieu naturel. Les études de terrain doivent permettre de caractériser la faune et la flore.

Comme pour le milieu physique (fiche 14), cette fiche présente le milieu naturel aux principaux stades de l'étude d'impact :
- l'état initial de l'environnement et le recueil des données,
- l'analyse des impacts avec l'optimisation du projet,
- l'élaboration des mesures réductrices ou compensatoires.

Le recueil des données sur le milieu naturel

Les données peuvent être collectées à partir de trois sources principales :
- la consultation des services de l'Etat en charge de l'environnement,
- la bibliographie,
- les études de terrain.

La consultation des services de l'Etat

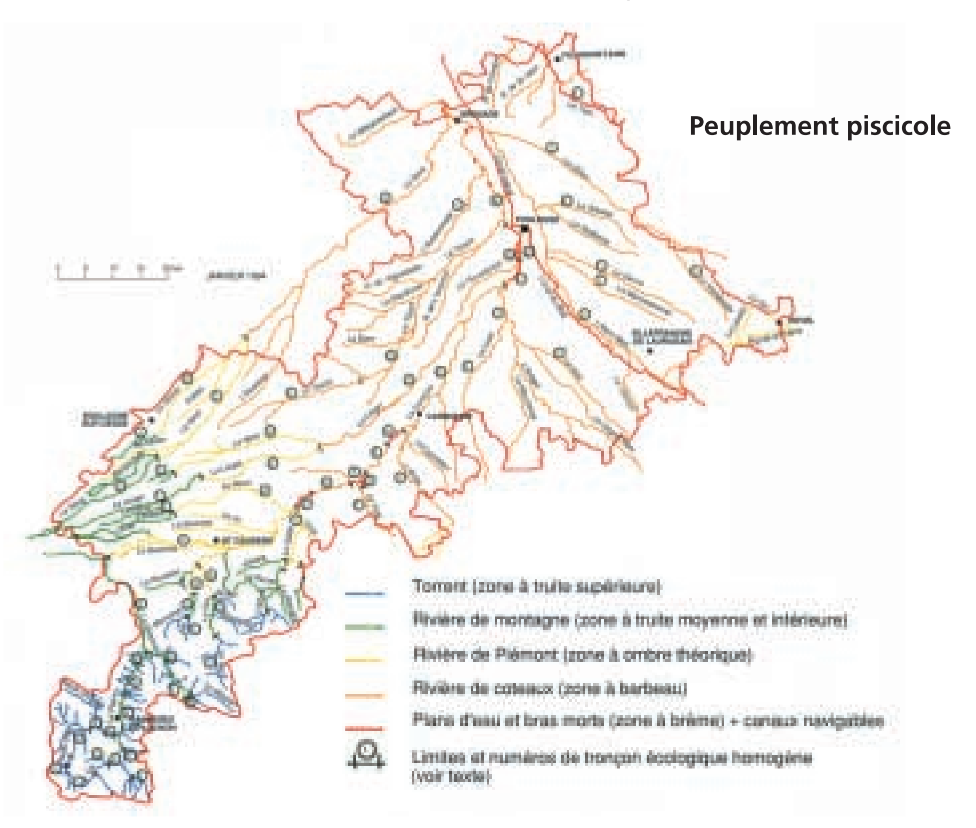
Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Données d'inventaire (ZNIEFF : zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique, ZICO : zone importante pour la conservation des oiseaux, inventaire zones humides dans le cadre du SDAGE, etc.)	DIREN (Direction Régionale de l'Environnement)
Données piscicoles : schéma départemental de vocation piscicole et halieutique, type de peuplements, réserves piscicoles, catégories piscicoles, etc.	CSP (Conseil Supérieur de la Pêche),Fédération départementale de pêche
Données réglementaires : - rivière classée, rivière réservée, - parc national, parc naturel régional, - réserve naturelle, réserve naturelle volontaire, - arrêté de protection de biotope, - réserve biologique, - forêt de protection, - série RTM (restauration des terrains de montagne), - contrat de rivière, etc.	DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt) ou DDE (Direction Départementale de l'Equipement)

Certains espaces naturels peuvent également être protégés par maîtrise foncière (exemples : les terrains acquis par le Conservatoire du Littoral ou par les conservatoires régionaux d'espaces naturels, les espaces naturels sensibles des départements).

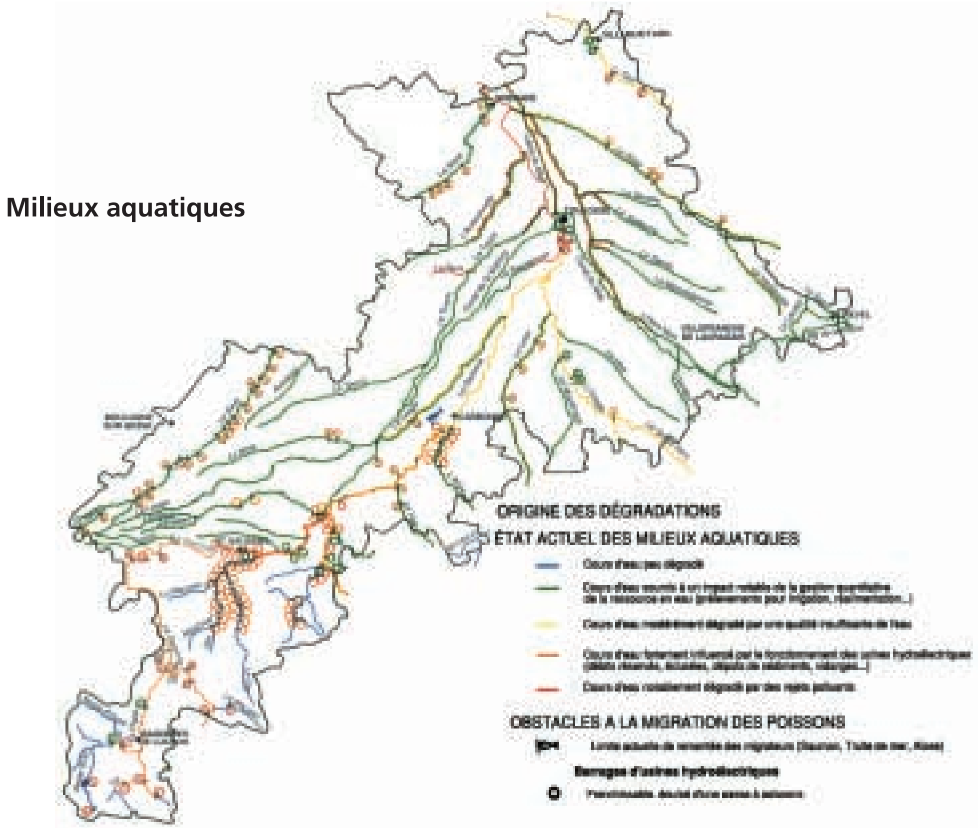
Données provenant du schéma départemental de vocation piscicole et halieutique de la Haute Garonne

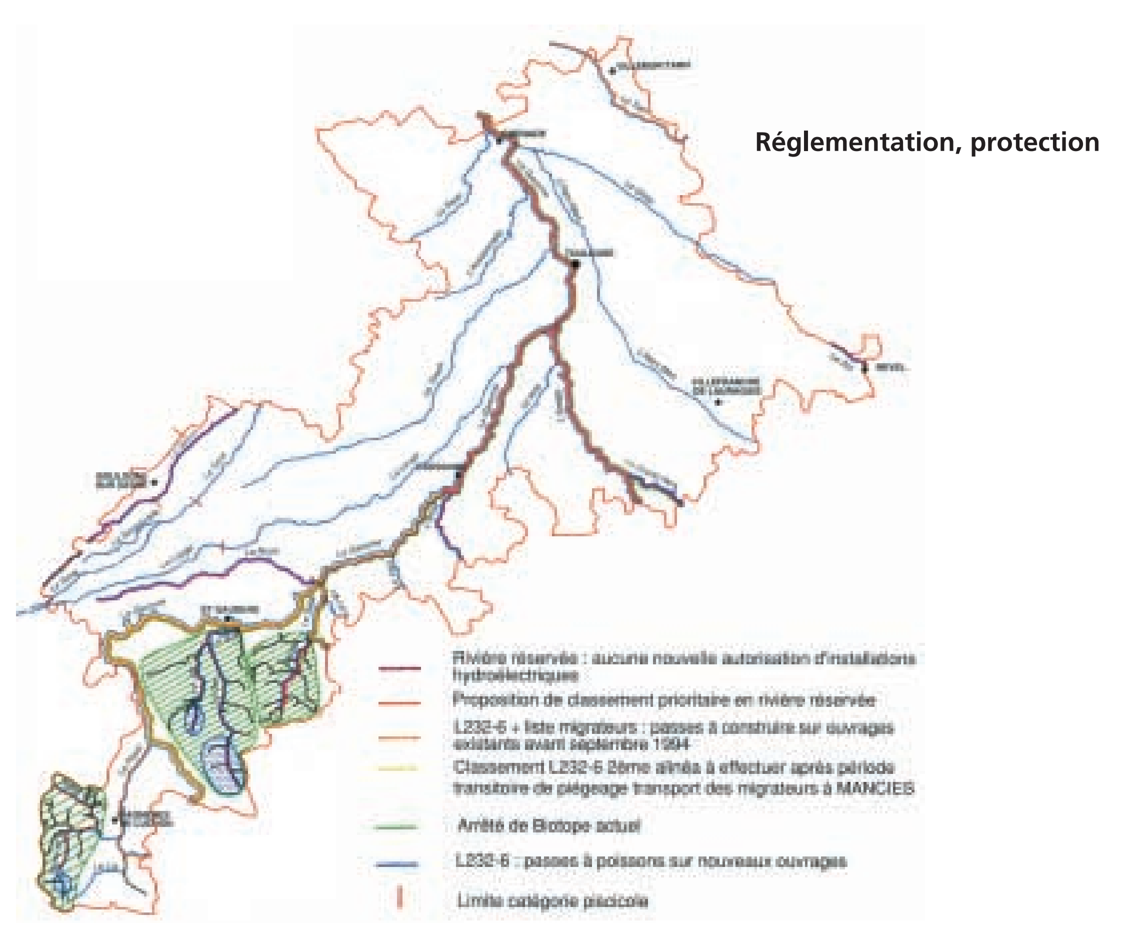
Sources : Ministère de l'environnement, Fédération de pêche de Haute Garonne, DDAF 31, Conseil Général Haute Garonne, Agence de l'Eau Adour Garonne.

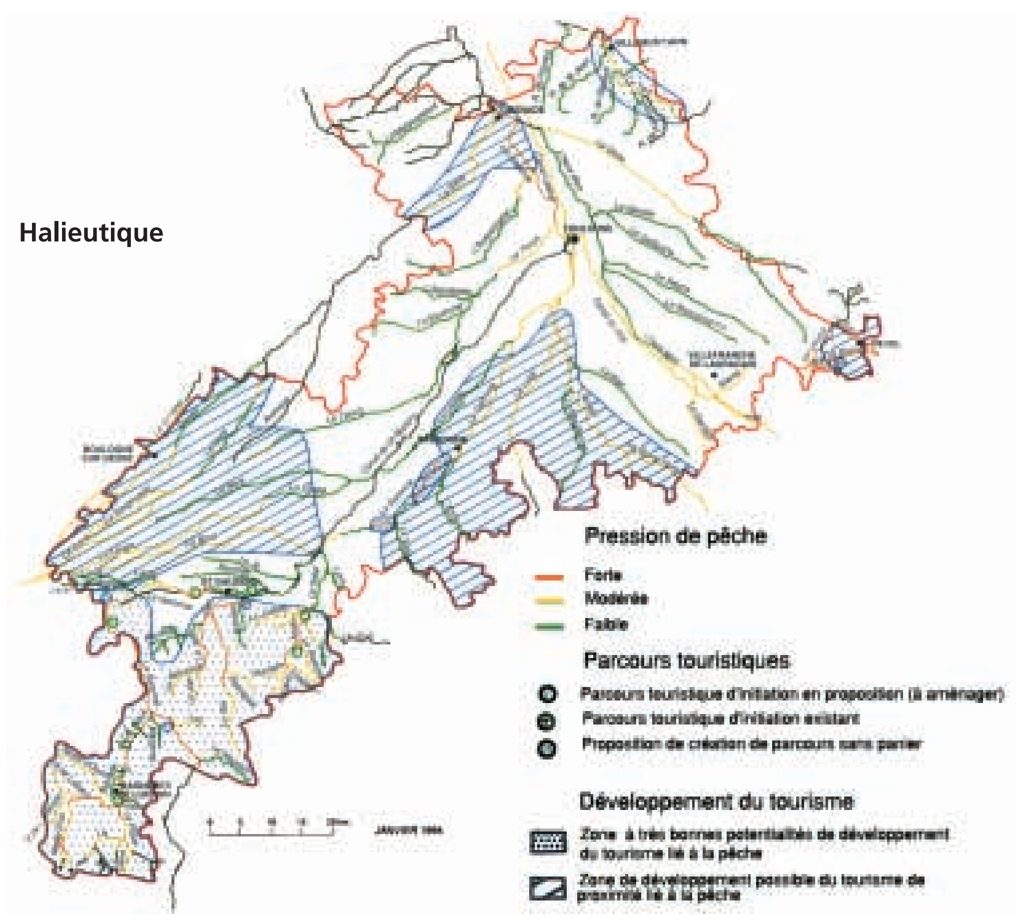
Peuplement piscicole



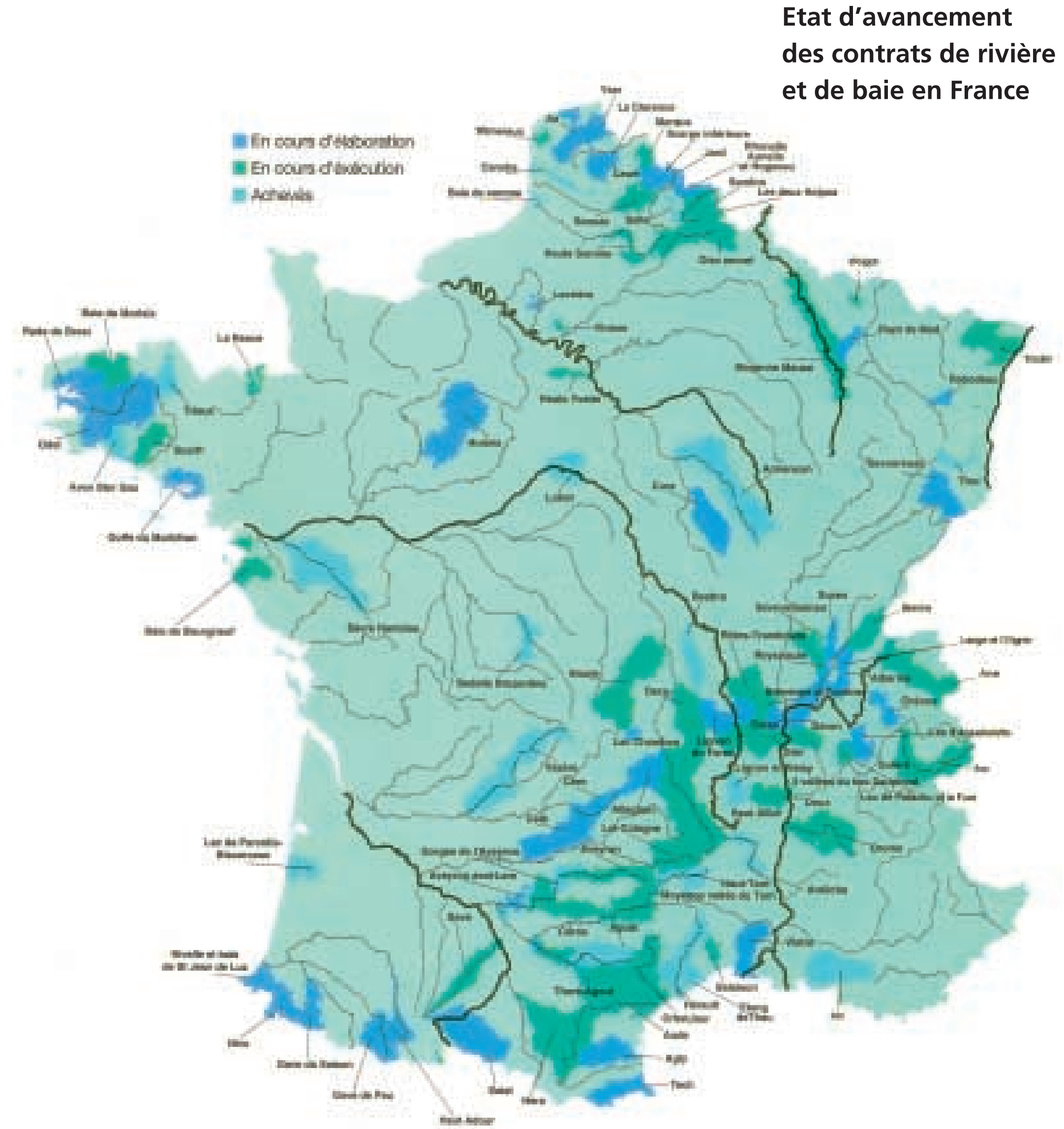
Milieux aquatiques




Réglementation, protection
Rivière réservée : aucune nouvelle autorisation d'installations hydroélectriques
Proposition de classement prioritaire en rivière réservée
L232-6 + liste migrateurs : passes à construire sur ouvrages existants avant septembre 1994
Classement L232-6 2ème alinéa à effectuer après période transitoire de piégeage transport des migrateurs à MANCIES
Arrêté de Biotope actuel
L232-6 : passes à poissons sur nouveaux ouvrages
Limite catégorie piscicole


Halieutique
Pression de pêche
Forte
Modérée
Faible
Parcours touristiques
Parcours touristique d'initiation en proposition (à aménager)
Parcours touristique d'initiation existant
Proposition de création de parcours sans panier
Développement du tourisme
Zone à très bonnes potentialités de développement du tourisme lié à la pêche
Zone de développement possible du tourisme de proximité lié à la pêche

Etat d'avancement des contrats de rivière et de baie en France



Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (1997).

Milieux aquatiques remarquables «Zones vertes»



Axes migrateurs prioritaires «Axes bleus»



Extrait du SDAGE Adour-Garonne (source : Le SDAGE Résumé, Comité de Bassin Adour-Garonne)

La bibliographie

Les données peuvent être très diverses :

- données provenant de laboratoires universitaires ou d'organismes de recherche développement (CEMAGREF par exemple),
- données collectées dans le cadre d'études réalisées par le CSP ou la Fédération départementale de Pêche concernée par l'aménagement,
- données provenant d'autres études d'impact,
- données via internet,
- cartes de végétation …

Les études de terrain

L'étude d'impact d'un projet de PCH doit contenir une analyse hydrobiologique du cours d'eau impacté. Celle-ci comprend quatre campagnes réparties sur un cycle annuel avec une analyse physico-chimique (fiche 14), un inventaire de la faune et la macroflore aquatique, un inventaire piscicole (par pêche électrique). Les points d'analyse doivent être représentatifs du cours d'eau étudié.

D'autre part, cette étude doit recenser des données telles que les frayères, les obstacles migratoires, etc.

Les différents prélèvements de faune de macroinvertébrés aquatiques réalisés permettent de connaître la richesse, la diversité du peuplement et d'établir l'indice biologique global normalisé (IBGN).

ANALYSE HYDROBIOLOGIQUE; SCHÉMA TYPE POUR RÉALISER UNE ÉTUDE D'IMPACT

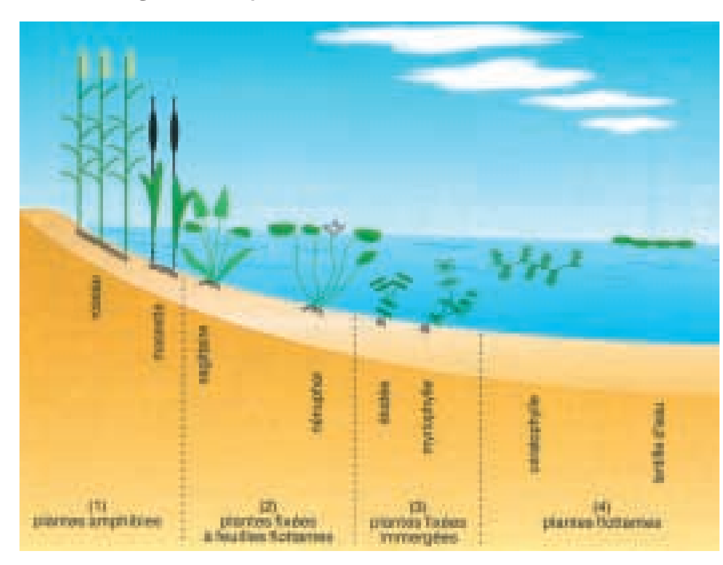
	CAMPAGNE 1 (printemps)		**CAMPAGNE 2** (été)	**CAMPAGNE 3** (automne)	**CAMPAGNE 4** (hiver)
Physico-chimie de l'eau	X		X	X	X
Macroinvertébrés aquatiques (IBGN)	X		X	X	X
Macroflore	X	(ou)	X		
Inventaire piscicole	X	(ou)	X		

Ces mesures sont réalisées sur plusieurs stations (en amont de la future prise d'eau, au niveau du tronçon court-circuité, en aval du projet). Pour une notice d'impact, le nombre de campagnes est ramené à 2.

L'analyse des impacts sur le milieu naturel

Notions d'écologie

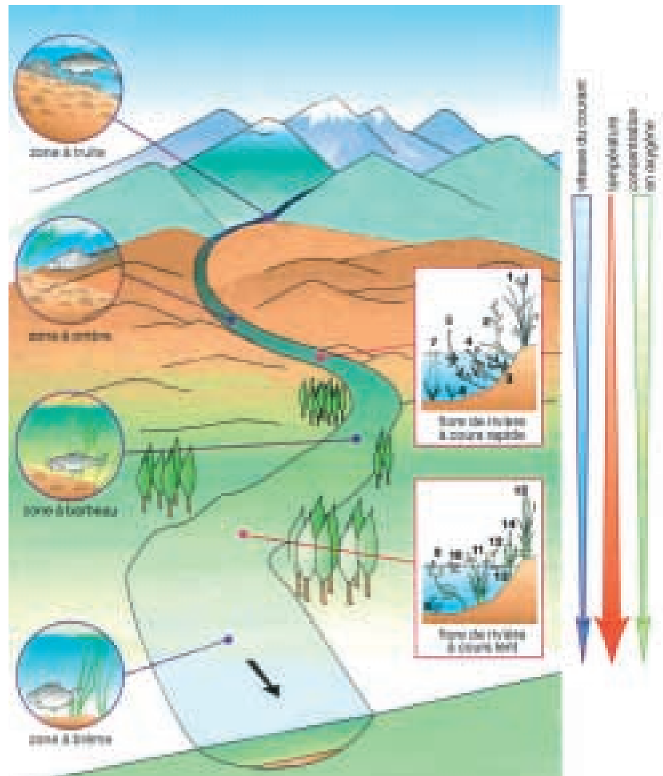
Les espèces végétales et animales d'un cours d'eau se répartissent en fonction de facteurs écologiques tels que la vitesse du courant, la nature du fond, la température, la concentration en oxygène, la composition chimique des eaux.
La modification d'un ou plusieurs de ces facteurs écologiques du cours d'eau par l'aménagement peut entraîner une évolution des écosystèmes aquatiques.



Répartition d'espèces végétales dans un plan en fonction de la profondeur

(Une modification du profil des berges, en créant par exemple des berges à pente abrupte, risque d'entraîner la disparition de la ceinture végétale de roseaux et de massettes)

extrait de «L'environnement», Repères pratiques, Nathan



Répartition d'espèces végétales et animales le long d'un fleuve ou d'une rivière

extrait de «L'environnement», Repères pratiques, Nathan

1 - Rubanier rameux
2 - Glycérie flottante
3 - Élodée du Canada
4 - Renoncule flottante
5 - Myriophylle à feuilles alternées
6 - Fontinale (mousse)
7 - Valisnérie
8 - Chara
9 - Renouée amphibie
10 - Faux nénuphar
11 - Sagittaire
12 - Utriculaire
13 - Lentille à plusieurs racines
14 - Patience d'eau
15 - Carex raide

L'écologie est la science qui étudie les rapports entre les êtres vivants et leur milieu. Cette science s'est largement inspirée de l'approche systémique (cf. fiche 13), avec notamment la notion d'écosystème.

Impacts sur les écosystèmes aquatiques, débit réservé

À partir du constat sur l'état initial de l'environnement, sur l'écologie des espèces présentes, l'environnementaliste devra déterminer les évolutions prévisibles des écosystèmes aquatiques. Les effets peuvent être très divers :

- diminution de la dérive des invertébrés et modification des conditions de circulation du poisson au niveau du barrage (problème de la reproduction des salmonidés),
- évolution de la qualité des eaux par diminution du pouvoir auto épurateur,
- mortalité des juvéniles au passage dans les turbines au cours de la dévalaison,
- modification de la capacité du milieu à assurer la reproduction et le grossissement des poissons,
- disparition des frayères par noyage dans la retenue,
- modification de la flore, du plancton, du benthos et de la faune piscicole dans la partie court-circuitée,
- appauvrissement du milieu en aval du barrage en cas d'éclusées (impossibilité pour certaines espèces de s'adapter aux variations soudaines de courant).

Parmi les impacts des aménagements hydrauliques sur la vie aquatique, ce sont ceux dus à la réduction du débit qui sont sans doute les plus étudiés et les plus importants.

Pour mieux connaître ces effets, il était nécessaire de développer des outils permettant de les prévoir, de les estimer, de les quantifier et de fixer éventuellement des limites à la réduction de débit. C'est l'objectif que se fixe la méthode des microhabitats présentée dans l'encadré.

En effet la loi Pêche de 1984 fixe une valeur minimale au débit réservé (le dixième du module) et définit comme objectif le maintien des conditions permettant la vie, la circulation et la reproduction des espèces qui peuplent les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage. En définitive, la loi prévoit bien une valeur minimale mais l'autorité compétente peut demander une valeur supérieure à ce seuil, si cela se justifie.

Soulignons qu'il existe actuellement des méthodes complémentaires à celle des microhabitats, prenant en compte d'autres facteurs :

- les méthodes hydrologiques (signification biologique du débit caractéristique d'étiage),
- les méthodes avec d'autres bio-indicateurs (en utilisant par exemple l'IBGN),
- les méthodes avec modélisation des paramètres physico-chimiques (systèmes experts,
- les méthodes multicritères.

LA MÉTHODE DES MICROHABITATS

La méthode des microhabitats a pour but de prévoir les effets d'une réduction de débit sur l'habitat potentiel des poissons. Elle définit une capacité d'accueil pour chaque débit, exprimée sous forme de surface potentiellement utilisable par les organismes.

Elle nécessite la connaissance des variables morphologiques du cours d'eau pour différents débits et les relations de ces variables avec les exigences de certaines espèces de poissons à différents stades de leur vie.

Cette méthode, initiée aux Etats-Unis, a été développée en France par la Direction des Etudes de Recherches d'EDF et par le Laboratoire d'Hydroécologie Quantitative du CEMAGREF de Lyon.

Elle bénéficie d'un solide retour d'expérience grâce à des validations biologiques dans plusieurs types de cours d'eau français. Elle s'applique préférentiellement aux cours d'eau salmonicoles car les « fonctions de préférences » n'ont pu être validées que pour les salmonidés et dans les cours d'eau non perturbés. Il s'agit notamment de rivières à pente de 2 à 50 ‰, de largeur inférieure à 20 mètres, de module inférieur à 30 m^3/s et de température estivale inférieure à 20°C.

Cette méthode, même si elle est encore jugée insuffisante par certains experts, constitue cependant un outil d'aide à la décision précieux pour le choix d'un débit réservé. Elle permet de faire des prévisions d'évolution de l'habitat potentiel pour différentes valeurs de débits qui peuvent ainsi être rapprochées des prévisions de pertes énergétiques correspondantes. Elle peut être utilisée très en amont dans l'expertise. En aucun cas elle ne remplace, ni ne supprime les échantillonnages biologiques. Elle ne doit cependant pas faire oublier l'étude des autres compartiments de l'hydrosystème.

Elle est d'application difficile, et suit un protocole précis; aussi doit-elle être mise en œuvre par des spécialistes.

Des développements sont actuellement en cours pour étendre la méthode au cortège d'espèces des cours d'eau plus aval. Des courbes de préférence d'habitat ont notamment été développées pour 25 espèces de poissons peuplant ces zones.

Procédure de mise en œuvre de la méthode

Reconnaissance de la rivière

↓

Segmentation de la rivière en faciès et choix des faciès représentatifs

↓

Mesure des caractéristiques morphodynamiques des faciès représentatifs, pour différents débits

↓

Modélisation et calcul des indicateurs de qualité d'habitat piscicole

↓

Interprétation en vue d'argumenter le choix du débit réservé

Impacts sur les écosystèmes terrestres

Les impacts à analyser sont multiples :
- déboisement nécessaire à une piste d'accès ou à une ligne d'évacuation de l'énergie,
- disparition de peuplements végétaux par noyage sous la retenue,
- évolution des écosystèmes terrestres liée à la modification d'une éventuelle nappe phréatique,
- impact sur une aire de nidification de rapaces,
- etc.

Il est important d'analyser les impacts de la globalité du projet et pas seulement la partie « tronçon court-circuité ». Les accès, la ligne électrique d'évacuation de l'énergie, les parties amont et aval du cours d'eau sont à prendre en compte dans l'analyse environnementale.

L'élaboration des mesures réductrices et compensatoires

Les passes à poissons sont des ouvrages visant à réduire l'impact lié à l'obstacle que constitue l'ouvrage de prise pour les poissons migrateurs.
Il est indispensable de prévoir, dès la conception du projet, un système d'échelles ou passes à poissons tenant compte des caractéristiques hydrauliques de la rivière et des caractéristiques biologiques des espèces migratrices présentes.

LES POISSONS MIGRATEURS

On distingue deux grands groupes d'espèces migratrices :

- Les migrateurs holobiotiques réalisent leur cycle biologique entièrement en eau douce : les zones de reproduction et les zones de grossissement sont plus ou moins éloignées.
- Les migrateurs amphibiotiques doivent obligatoirement changer de milieu au cours de leur cycle, qui se déroule pour partie en eau douce et pour partie en mer, avec des trajets entre zones de reproduction et zones de grossissement pouvant atteindre plusieurs milliers de kilomètres.

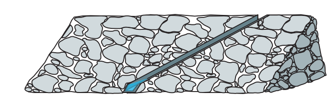
Chez les migrateurs amphibiotiques, on distingue à nouveau deux groupes :

- Les migrateurs potamotoques (saumon, alose, lamproie, esturgeon), dont la reproduction a lieu en eau douce et la phase de grossissement en milieu marin. La migration continentale est une migration de reproduction.
- Les migrateurs thalassotoques (anguille), pour lesquels le schéma est inverse. La migration continentale correspond à une nécessité trophique.

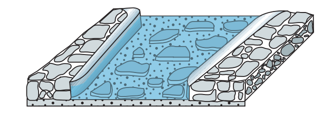
TYPES DE PASSES À POISSSONS

Passes en écharpe et en entonnoir : rigoles juxtaposées à l'ouvrage, d'une pente de 10 à 20 % et d'une longueur inférieure à 20 m. Dans le cas d'une lame d'eau déversante insuffisante, une échancrure alimente la passe à poissons.

Passe en écharpe

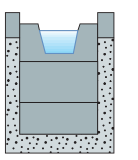


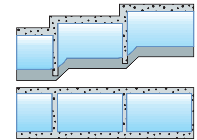
Passe en entonnoir



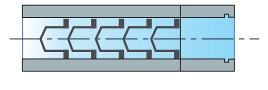
Passes rustiques : chenaux latéraux, d'une pente inférieure à 5% et dont le fond de galets simule un écoulement torrentiel. Elles nécessitent un espace et un débit importants.

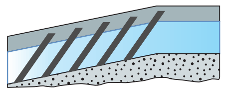
Passes à bassins successifs : écoulement assuré par deversoirs et cascades





Passes à ralentisseurs : canal à pente prononcée (10 à 20%) et faible encombrement. Des lames disposées au fond et sur les parois latérales dissipent l'énergie. Conception peu onéreuse adaptée à des ouvrages de 2 à 10 m.





Dispositifs mixtes : pour canoë-kayaks (glissières) ou petites embarcations.

Les mesures réductrices ou compensatoires sont à étudier au cas par cas. Citons notamment :
- les installations de grilles à l'entrée du canal d'amenée,
- les installations de grilles, de déflecteurs à l'extrémité aval du canal de fuite,
- la création de frayères artificielles,
- etc.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Le milieu biologique, et notamment la faune piscicole, constitue bien souvent l'un des enjeux majeurs de l'étude d'impact. Ce thème sera abordé avec beaucoup de soins.**
- **Le recueil des données s'effectue à partir d'une consultation des services de l'Etat, une analyse bibliographique et une étude hydrobiologique de terrain.**
- **Cette dernière étude comprend quatre campagnes réparties sur un cycle annuel. Sont analysées la physico-chimie des eaux, la faune et flore aquatique, la faune piscicole.**
- **Parmi les impacts à analyser, le calcul du débit réservé représente un point clef de l'étude. Celui-ci ne peut être inférieur au 1/10 du module.**
- **Les passes à poissons doivent être dimensionnées dès la conception du projet, en même temps que le barrage lui-même. Elles doivent être adaptées aux types d'espèces migratrices présentes dans le cours d'eau.**

FICHE N° 16

LE MILIEU HUMAIN

Les questions abordées dans la fiche «milieu humain» sont très diverses. Elles concernent les données d'urbanisme, les aspects socio-économiques, l'habitat et le bruit, les paysages.

D'après la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de 1996, tous les projets doivent faire l'objet, dans l'étude d'impact, d'une étude des effets sur la santé. Cette fiche abordera également cette question.

En définitive, cette fiche présentera successivement :
- le recueil des données sur le milieu humain,
- l'analyse des impacts sur le milieu humain,
- les mesures réductrices ou compensatoires relatives au milieu humain,
- le chapitre sur la santé.

Le recueil des données sur le milieu humain

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Données d'urbanisme	• Dans le POS ou le PLU, il est important d'extraire : - le zonage des parcelles concernées par l'aménagement, - le règlement des zones concernées, - le plan des servitudes. • Autres documents d'urbanisme : - SCOT (schéma de cohérence territoriale), - Carte communale.	DDE (Direction Départementale de l'Equipement) Mairie

DU POS AU PLU, DES ÉVOLUTIONS RÉGLEMENTAIRES

Le règlement du PLU délimite des zones, qui doivent couvrir toute la commune, à l'exception des parties couvertes par un plan de sauvegarde et de mise en valeur. Il n'existe plus que quatre types de zones :
- les zones urbaines, zones U, sont inchangées,
- les zones à urbaniser,qui sont désormais appelées « zones AU », sont soumises aux même règles que les anciennes zones NA,
- les zones agricoles sont désormais appelées « zones A ». Les zones A (qui correspondent aux anciennes zones NC) regrouperont les secteurs de la commune à protéger en raison de la richesse des terres agricoles,
- les zones naturelles et forestières appelées « zones N », regroupent l'ensemble des secteurs naturels qui sont protégés de l'urbanisation. Elles diffèrent quelque peu des anciennes zones ND ; des constructions pourront y être autorisées dans des secteurs de taille et de capacité d'accueil limitées, à condition de na pas porter atteinte au caractère de la zone.

Les zones NB, qui permettaient une urbanisation inorganisée de secteurs naturels, sont supprimées. Les secteurs soumis à des risques naturels ou technologiques seront par ailleurs identifiés de façon particulière, quelle que soit la zone dans laquelle ils sont situés (de la même façon que les emplacements réservés ou les espaces boisés classés). Il en sera de même des secteurs à protéger en raison de la richesse du sous-sol.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Données socio-économiques	Données démographiques	INSEE
	Taux local d'imposition	Mairie
	Principales activités socio-économiques, principales infrastructures	DDE

Le montant de la taxe professionnelle perçue par une commune est fonction du taux local d'imposition et du chiffre d'affaires de l'aménagement hydroélectrique.

Les activités socio-économiques liées à l'existence du cours d'eau doivent être particulièrement étudiées :

- activités de loisirs : parcours de canoë kayak, parcours de pêche, randonnée, baignade, etc,
- agriculture nécessitant un système d'irrigation,
- industrie avec prélèvements d'eau.

Les infrastructures au droit du site peuvent engendrer des servitudes incompatibles avec l'aménagement projeté (par exemple une conduite de gaz enterrée).

A_2	**Dispositif d'irrigation.** Servitudes pour la pose de canalisations souterraines d'irrigation.	
A_5	**Canalisations d'eau et d'assainissement.** Servitudes pour la pose de canalisations publiques d'eau potable et d'assainissement.	
I_1	**Hydrocarbures liquides.** Servitudes concernant les hydrocarbures liquides ou liquéfiés sous pression.	
I_3	**Gaz.** Servitudes relatives à l'établissement des canalisations de distribution et de transport de gaz.	
I_4	**Electricité.** Servitudes relatives à l'établissement des canalisations électriques.	
I_5	**Produits chimiques.** Servitudes relatives aux canalisation de transport de produits chimiques.	
PT_3	**Télécommunications.** Servitudes relatives aux communications téléphoniques et télégraphiques.	

Codes et symboles utilisés pour différents types d'infrastructures dans les documents d'urbanisme

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Habitat Nuisances sonores	Bâti (à vocation d'habitat, artisanal ou industriel) Habitat isolé Zones à urbanisation future	Enquête de terrain DDE (Direction Départementale de l'Equipement)

Les bruits générés par une PCH peuvent avoir plusieurs origines :

- bruit lié aux déversements du barrage,
- bruit dû aux vannes ou aux dégrilleurs,
- bruit dans les conduites forcées,
- bruit des turbines et alternateurs …

Ces derniers sont souvent les plus perceptibles, mais ils peuvent être atténués (isolation phonique).

La construction d'une petite centrale hydraulique génère également des nuisances sonores liées aux engins de chantier et aux véhicules de transport.

Un bruit est un mélange de sons, d'intensités et de fréquences différentes. L'intensité acoustique est mesurée en décibels sur une échelle logarithmique. En effet, les grandeurs physiques usuelles ne rendent pas compte des sensations auditives de l'oreille. Quand pour la même source sonore, l'énergie acoustique est multipliée par 10, la sensation auditive n'est que doublée.

Niveau dB(A)	Possibilités de conversation	Sensation auditive	Bruits intérieurs	Bruits extérieurs	Bruits des véhicules
<35	A voix chuchotée	Calme	Appartement dans quartier tranquille		Bateau à voile
40	A voix normale	Assez calme	Bureau tranquille dans quartier calme		
45	A voix normale	Assez calme	Appartement normal	Bruits minimaux le jour dans la rue	
50	Assez forte	Bruits courants	Bureau collectif	Rue très tranquille	Intérieur d'automobile silencieuse
60	Assez forte	Bruits courants	Conversation normale	Rue résidentielle	Bateau à moteur
65	Assez forte	Bruyants mais supportables	Appartement bruyant		Intérieur d'automobile sur route
70	Forte	Bruyants mais supportables	Restaurant bruyant	Circulation importante	

La propagation du son suit un certain nombre de lois physiques. Pour une source de bruit ponctuelle et omnidirectionnelle, l'atténuation du bruit se fait selon une surface sphérique dont le centre est la source ponctuelle. Pour une surface de bruit linéaire, l'atténuation du bruit se fait selon une surface cylindrique ayant pour axe la source linéaire.

Sous thème	Exemples de données à collecter	Organisme à consulter
Patrimoine, paysage	Gisements archéologiques Monuments et sites protégés par la réglementation Caractéristiques paysagères	DRAC (Direction Régionale des Affaires Culturelles) SDAP (Service Départemental de l'Architecture et du Patrimoine) Service Régional de l'Archéologie

Les monuments historiques protégés peuvent être inscrits ou classés. Dans les deux cas, un périmètre de protection de 500 m est instauré autour du monument.

Les monuments ou sites protégés sont normalement mentionnés dans le plan de servitudes des POS ou PLU :

- servitude AC1 pour les monuments historiques,
- servitude AC2 pour les sites.

L'analyse paysagère doit permettre d'évaluer les caractéristiques visuelles de l'aire d'étude et les sensibilités paysagères du site.

QUELQUES CRITÈRES FRÉQUEMMENT UTILISÉS DANS UNE ANALYSE PAYSAGÈRE

La fréquentation des paysages : L'observateur qui est-il ? Selon le type d'observateur rencontré (l'habitant permanent ou saisonnier, l'automobiliste, le touriste, le randonneur) on aura une vision statique (l'habitant par exemple) ou une vision cinétique (l'automobiliste par exemple).

Les principales unités paysagères : Celles-ci se définissent notamment par rapport à la topographie, l'exposition, l'occupation des sols.

La reconnaissance sociale des paysages : Il s'agit de paysages reconnus soit parce qu'ils font l'objet de protections réglementaires, soit parce qu'ils sont mentionnés dans différents guides touristiques, soit parce qu'ils sont régulièrement fréquentés.

L'incidence des formes de relief : Celle-ci permet ensuite de délimiter les zones de visibilité et les zones occultées.

Les points d'appel visuel : Ils correspondent aux points vers lesquels le regard est attiré : une ligne de crête, une tour, un édifice particulier …

L'analyse paysagère doit être réalisée sur un périmètre élargi autour du site du projet.

L'analyse des impacts sur le milieu humain

Sous thème	Exemples d'impact à analyser
Données d'urbanisme	Il est nécessaire d'analyser la compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme : - compatibilité par rapport au zonage du POS / PLU, - compatibilité par rapport au règlement des zones impactées, - compatibilité par rapport aux servitudes.
Données socio-économiques	L'étude d'impact doit mentionner : - les répercussions de l'aménagement sur l'emploi (emploi temporaire en phase travaux et emploi en phase exploitation de l'ouvrage), - les répercussions sur les finances locales par le biais notamment de la taxe professionnelle, - les répercussions sur les autres activités socio-économiques : tourisme, agriculture, industrie, - les répercussions sur les infrastructures et réseaux de transport existants.
Nuisances sonores	Les principaux textes réglementaires qui régissent les bruits de voisinage sont : - le décret n° 95-408 du 18 avril 1995, - la circulaire du 27 février 1996 relative à la lutte contre les bruits de voisinage, - la norme NFS 31-010 sur les conditions de mesurage. La réglementation des bruits de voisinage, et donc des aménagements hydroélectriques, s'appuie sur la notion d'émergence. "L'émergence est définie comme la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et celui du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs ou intérieurs, dans un lieu donné, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement normal des équipements". Les valeurs admises de l'émergence sont au maximum de 5 dB (A) en période diurne (de 7 h à 22 h) et de 3 dB (A) en période nocturne (de 22 h à 7 h). Il est à noter que le code de la santé publique ne considère pas les bruits faibles inférieurs à 30 dB (A), bruit de l'installation comprise. Etant donné que les aménagements hydroélectriques peuvent fonctionner aussi bien de nuit que de jour, c'est la valeur en période nocturne la plus contraignante, à savoir 3 dB (A) d'émergence entre 22 h et 7 h.

Sous thème	Exemples d'impact à analyser
Patrimoine et paysage	Les impacts paysagers sont principalement liés : - à la présence d'une conduite forcée, - au bâtiment comprenant les équipements de la PCH, - à la ligne d'évacuation de l'énergie, - aux voies d'accès. Pour les aménagements hydroélectriques les plus importants, d'autres impacts paysagers peuvent apparaître : zone de marnage, lit dénoyé, plan d'eau insolite, etc. Les impacts paysagers seront d'autant plus importants que l'analyse paysagère a fait ressortir des secteurs à forte sensibilité : - zone touristique, - paysage reconnu socialement, - paysage fortement perceptible, - paysage protégé par une réglementation (monument ou site inscrit ou classé par exemple), - etc . La mise en place d'une conduite forcée ou d'une ligne électrique enterrée peut révéler des gisements archéologiques. Le pétitionnaire du projet est assujetti à la loi du 27 septembre 1941 portant réglementation des fouilles archéologiques et à la loi du 17 janvier 2001 sur l'archéologie préventive.

LE CAS DU RENOUVELLEMENT D'UNE AUTORISATION OU D'UNE CONCESSION

L'étude d'impact pour un aménagement existant ne se conduit pas de la même manière qu'un projet neuf, pour certains thèmes environnementaux.

Pour l'analyse du paysage par exemple, il n'est pas demandé de concevoir l'état initial de l'environnement « avant aménagement », mais l'état actuel de l'environnement « avec aménagement ».

En conséquence le dossier d'étude d'impact peut se structurer, pour les chapitres principaux, de la manière suivante :

- l'aménagement et son environnement,
- les raisons du choix de la poursuite de l'exploitation,
- les mesures réductrices ou compensatoires.

Les mesures réductrices ou compensatoires relatives au milieu humain

Citons quelques exemples de mesures visant à réduire ou compenser les impacts sur le milieu humain :

- remise en état de la voirie et des installations publiques (réseaux) éventuellement dégradées par la circulation induite par les travaux,
- contrôle de la circulation automobile aux abords du chantier, obligation pour les poids lourds d'utiliser des itinéraires précis,
- contrôle du niveau sonore du chantier (circulation des engins), de ses voies d'accès (transports routiers) et des éventuels tirs de mine,
- interdiction du travail de nuit, utilisation d'engins équipés de silencieux efficaces,
- réaménagement des sites dégradés ou modifiés par les travaux : zones d'emprunt de matériaux, zones de remblais, démantèlement de constructions provisoires,
- limitation de l'amplitude des éclusées pour éviter la formation d'une bande dénudée en bordure de la retenue,
- choix du tracé le plus discret pour les lignes d'évacuation de l'énergie, les canaux d'amenée et de fuite, les conduites forcées, les voies d'accès, les abords,
- enfouissement de certains éléments des installations (conduite forcée ou ligne électrique par exemple),
- choix de l'architecture des bâtiments, des supports de la ligne électrique,
- installation d'une passe à canoë-kayak.

LES GLISSIÈRES ET PASSES À CANOËS

Cadre juridique

- La loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992 (article 2) a reconnu parmi les usages légitimes, dont «les intérêts doivent être satisfaits ou conciliés» les loisirs et sports nautiques.
- Les décrets édictés en vue de son application et concernant les ouvrages et travaux à réaliser font référence à la nécessité de respecter «les éléments mentionnés à l'article 2 de la loi», notamment «les loisirs et sports nautiques».

Types d'aménagement

Cinq types d'aménagement peuvent être envisagés :

- le bras de contournement ou de franchissement,
- la passe à ralentisseurs de fond en bois,
- le pré-barrage,
- les bassins successifs,
- la glissière.

Certains de ces aménagements sont utilisables par la faune piscicole.

Le chapitre sur la santé

Ce chapitre constitue un prolongement de l’analyse des effets du projet sur l’environnement, qu’il traduit en termes de risques sanitaires.
En effet la problématique « PCH-santé » se situe à deux niveaux de perception :
- à l’échelle nationale, l’énergie hydraulique en tant qu’énergie renouvelable présente principalement des effets positifs sur la santé ; elle permet d’éviter notamment l’utilisation de combustibles fossiles responsables de la majorité de la pollution atmosphérique de notre planète,
- à l’échelle locale, une PCH peut générer des effets négatifs limités (bruit par exemple).

Ces effets sur la santé, essentiellement positifs, doivent donc être présentés dans l’étude d’impact.



L’intérêt d’une PCH vis-à-vis de la pollution de l’air

CE QU’IL FAUT RETENIR...

- **Le thème « milieu humain » intègre des aspects très divers : données d’urbanisme, aspects socio-économiques, bruit, paysage, santé.**
- **Le projet doit être compatible avec les documents d’urbanisme en cours, POS, PLU ou carte communale.**
- **Les répercussions sur les finances locales, sur l’emploi, sur l’activité socio-économique, doivent être analysés dans l’étude d’impact.**
- **La réglementation des bruits de voisinage intéresse les aménagements hydroélectriques. Les valeurs admises de l’émergence sont au maximum de 3 dB (A) en période nocturne.**
- **L’enfouissement de certains éléments des installations (conduite forcée par exemple) constitue bien souvent la mesure réductrice la plus adaptée aux contraintes paysagères.**
- **Les effets sanitaires doivent être évalués à l’échelle globale (absence de pollution de l’air, de l’eau ...) et à l’échelle locale (bruit, risque d’accident ...). Ils sont principalement positifs.**

FICHE N° 17

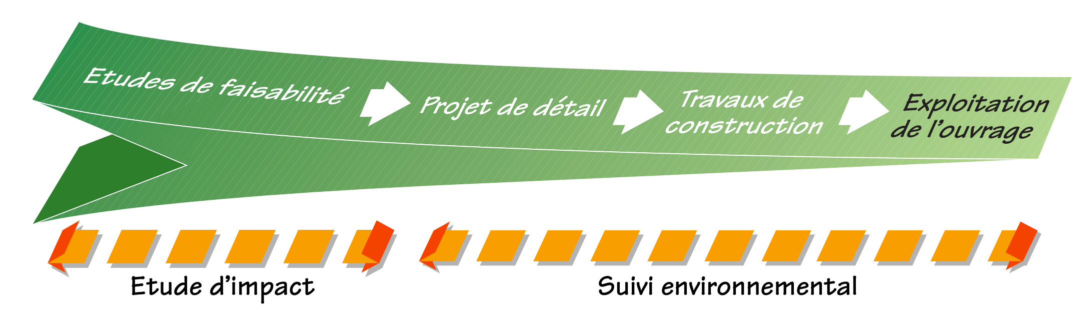
LE SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT

La prise en compte de l'environnement dans un aménagement hydroélectrique se situe essentiellement, aujourd'hui, au stade des études de faisabilité et de la demande d'autorisation (avant-projet sommaire). Elle se concrétise par la réalisation de l'étude d'impact.

Néanmoins, dans une démarche qualité, il est important de s'assurer de la continuité de la prise en compte de l'environnement, de la conception du projet à l'exploitation de l'ouvrage.

Plusieurs producteurs autonomes cherchent aujourd'hui à mettre en place une démarche de certification ou de labellisation environnementale. Cette démarche permet en outre aux producteurs de communiquer, dans une totale transparence, leurs performances environnementales.

Cette fiche présentera successivement :
- le suivi environnemental en phase travaux,
- le suivi environnemental en phase exploitation de l'ouvrage,
- la démarche de certification ISO 14001,
- le code de bonnes pratiques environnementales.



Le suivi environnemental en phase travaux

Pour le législateur, les mesures réductrices ou compensatoires mentionnées dans l'étude d'impact doivent être suffisamment précises pour juger de leur faisabilité effective et engager la responsabilité du promoteur.
Rappelons de plus que ces mesures doivent être évaluées financièrement dans l'étude d'impact.

Le suivi environnemental en phase travaux peut être décomposé en deux phases principales :

- à la phase projet de détail et consultation des entreprises, les mesures environnementales sont affinées ; elles sont la traduction et la concrétisation des mesures évoquées dans l'étude d'impact. Celles-ci sont ensuite intégrées dans les dossiers d'appels d'offres aux entreprises (par exemple le plan détaillé, avec les cotes, d'une passe à poissons ou d'une glissière à canoë-kayak),
- à la phase chantier, le promoteur suit les différentes opérations et contrôle les exigences environnementales. Il peut éventuellement adapter ou proposer de nouvelles actions en faveur de l'environnement.

Rappelons que la procédure administrative d'instruction d'une demande d'autorisation (cf. fiche 5) comprend un procès verbal de récolement des travaux.

Le suivi environnemental en phase exploitation de l'ouvrage

De multiples raisons peuvent amener le maître d'ouvrage à suivre l'environnement de l'aménagement en phase exploitation :
- maîtrise des niveaux sonores,
- délivrance du débit réservé,
- fonctionnement d'une échelle à poissons ou d'une passe à canoë-kayak,
- respect d'autres exigences réglementaires,
- utilisation d'huiles biodégradables,
- programmation d'une chasse,
- programmation d'une vidange …

En phase exploitation comme en phase conception de l'ouvrage, la prise en compte de l'environnement doit se faire au même titre que les considérations techniques, économiques ou financières.

CHASSES ET VIDANGES

La circulaire du 9 novembre 1993 précise la distinction qu'il convient d'opérer entre les vidanges et les chasses d'une retenue :
- la vidange d'un plan d'eau a pour objectif d'effectuer soit une visite de l'ouvrage pour vérifier que toutes les conditions de sécurité sont bien respectées, soit des travaux d'entretien ou de grosses réparations de l'ouvrage. Elle doit éviter au maximum le déstockage de matériaux.
- Les chasses sont effectuées en vue d'évacuer des matériaux accumulés en amont des barrages et minimiser les risques d'entraînement des matériaux lors des vidanges. Elles sont effectuées en période de hautes eaux soit lors de crues naturelles, soit par lâchures depuis les retenues situées en amont.

Au plan réglementaire, les vidanges de barrage doivent faire l'objet d'une autorisation loi sur l'eau accordée après enquête publique :
- valable 2 ans pour les barrages de plus de 10 m de hauteur ou 5 millions de m^3,
- valable 30 ans pour les autres barrages.

Les chasses ou vidanges en période de crue sont autorisées par arrêté préfectoral après consultation des services de l'Etat et avis du Conseil Départemental d'Hygiène, sans enquête publique.

Dans tous les cas, lorsque l'arrêté préfectoral d'autorisation prévoit les conditions de vidange ou de chasse, le règlement d'eau des usines hydroélectriques vaut autorisation pour l'ensemble de ces opérations. Pour les autorisations nouvelles, les procédures de chasse et de vidange doivent être décrites dans le document d'incidences et consignées ou annexées au règlement d'eau.

La démarche de certification ISO 14001

Sous l'impulsion du GPAE (Groupement des Producteurs Autonomes d'Énergie Hydroélectrique, cf. fiche 4) plusieurs producteurs du Sud Ouest et du Massif Central ont entrepris une démarche volontaire de certification environnementale, selon la norme internationale ISO 14001.

La certification ISO 14001 « environnement »

«L'objectif global de la norme ISO 14001 est d'équilibrer la protection de l'environnement et la prévention de la pollution avec les besoins socio-économiques. Elle prescrit les exigences d'un Système de Management Environnemental (SME), qui permet à un organisme d'établir et d'évaluer l'efficacité des procédures destinées à arrêter une politique et des objectifs environnementaux, de s'y conformer et de démontrer cette conformité à autrui.» Ces phrases figurent dans l'introduction de la norme ISO 14001.

Pour une petite centrale hydroélectrique, la démarche consiste à :
- réaliser une analyse environnementale de la PCH : contexte réglementaire, état des lieux, impacts environnementaux,
- définir ensuite une politique environnementale et un SME visant à définir les performances environnementales à atteindre et à mettre en place les moyens nécessaires pour atteindre les objectifs,
- à mettre en œuvre ce SME et assurer un contrôle en continu.

Un audit de certification est ensuite réalisé par un auditeur appartenant à un organisme certificateur indépendant.
Ce travail de groupe, dans le cadre du GPAE, est réalisé avec plusieurs partenaires : la Chambre de Commerce et d'Industrie de Midi Pyrénées, l'ADEME Midi Pyrénées, EDF, le CETE APAVE Sud.

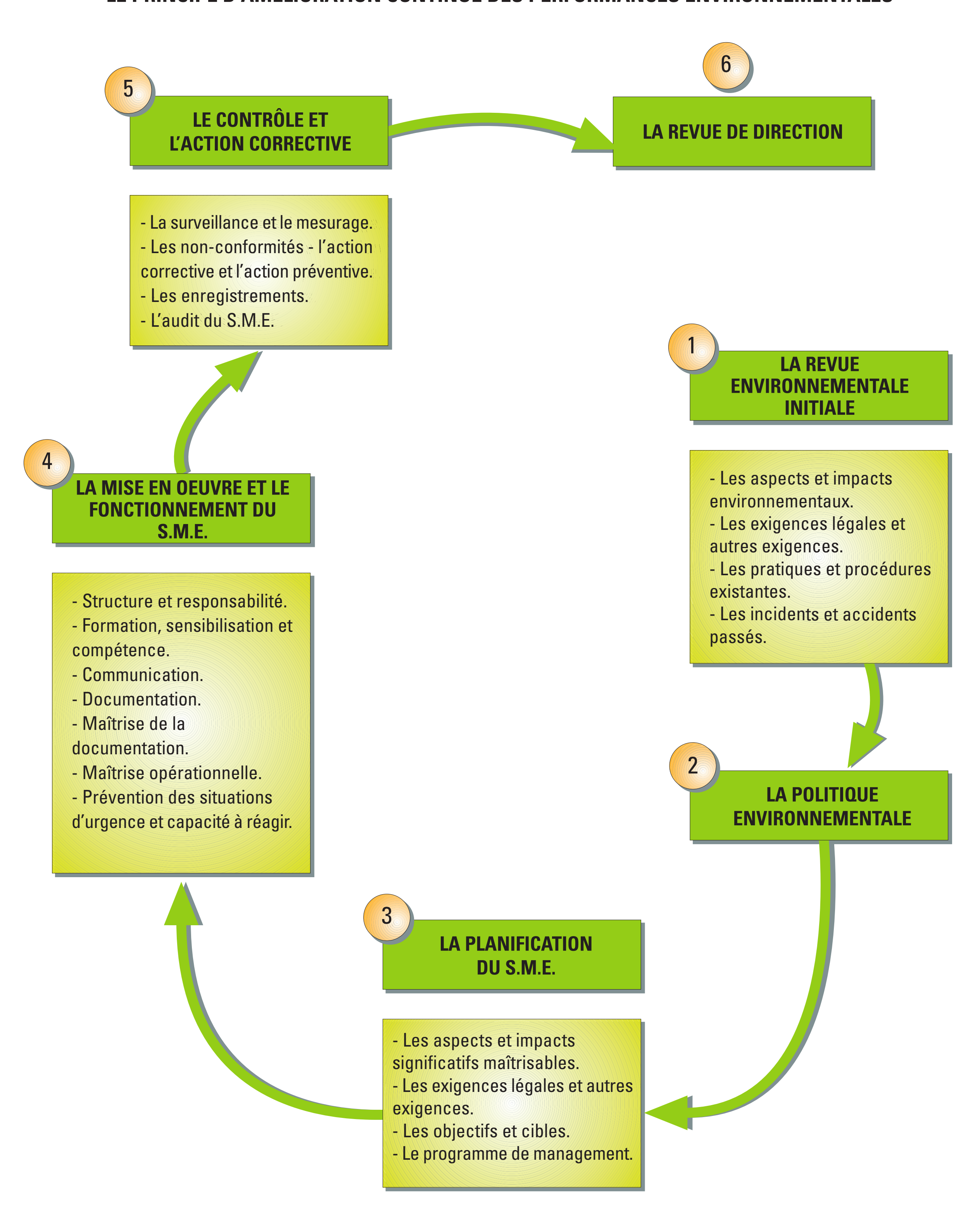
L'intérêt de la démarche

Les intérêts sont multiples :
- formaliser la gestion environnementale et l'améliorer,
- s'affirmer comme industriel responsable,
- réaffirmer les impacts environnementaux positifs de la petite hydroélectricité,
- afficher sa volonté de respecter et préserver l'environnement,
- communiquer et s'engager dans une démarche de gestion environnementale transparente.

LA CERTIFICATION DES GEH (groupes d'exploitation hydraulique) D'EDF

EDF met en place actuellement une certification ISO 14001 pour l'ensemble du parc de centrales hydroélectriques. Cette démarche devrait aboutir d'ici 2004.

LE PRINCIPE D'AMÉLIORATION CONTINUE DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES



(extrait de l'article d'A. PENALBA CERUTTI, HIDROENERGIA 2002, schéma CETE APAVE SUD)

Le code de bonnes pratiques environnementales

Le syndicat de producteurs autonomes EAF (Electricité Autonome Français) a adopté une démarche différente de la norme ISO 14001.

Ce syndicat considère que la réglementation sur l'environnement des PCH est précise ; il s'agit de la faire connaître et donner des recommandations assez simples de mise en œuvre.

En définitive, la démarche d'EAF repose sur un code de bonnes pratiques. Celui-ci comprend les parties suivantes :

- la période avant travaux,
- la période d'exploitation :

I La qualité des eaux, pollutions, vidanges
II Le régime des eaux
III La protection des écosystèmes aquatiques (débit réservé, dispositif de passage des poissons, protection des frayères)
IV Entretien des cours d'eau
V Le bon voisinage
VI L'environnement paysager
VII La sécurité et la protection des tiers

Chaque partie présente successivement le contexte ou la réglementation, l'application pratique, les bonnes pratiques. A titre d'exemple, l'encadré ci-après présente la sécurité et la protection des tiers.

EXTRAIT DU CODE DES BONNES PRATIQUES
(Fédération EAF, 13 pages)

VII – LA SECURITE ET PROTECTION DES TIERS

Comme tout outil industriel, une installation hydroélectrique peut être une source de danger potentiel qu'il convient de maîtriser.

Application pratique

L'exploitant doit :

- Informer des risques liés à l'eau (noyade), et à l'électricité par des panneaux signalétiques.
- Protéger les secteurs sensibles (usines, barrage, prise d'eau conduite, canaux ..).
- Entretenir régulièrement les ouvrages (seuils, canaux, conduites, lignes électriques).
- Faciliter le franchissement des seuils et des barrages aux canoéistes.
- Former le personnel permanent et / ou temporaire.

Bonnes pratiques

- Installer des panneaux de signalisation informant des risques liés aux ouvrages et à leur exploitation.
- Faciliter l'aménagement des aires d'embarquement / débarquement et des chemins de rive pour permettre le franchissement du barrage à pied par les pratiquants de canoë-kayak.



Panneau de sécurité pour les personnes



Départ en 20 000 volts avec parafoudres

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **La prise en compte de l'environnement dans un projet ne s'arrête pas à la réalisation de l'étude d'impact. Celle-ci doit se poursuivre en continu, en phase travaux, puis en phase exploitation.**

- **Sous l'impulsion du syndicat de producteurs autonomes GPAE, plusieurs propriétaires de PCH ont entrepris une démarche volontaire de certification environnementale selon la norme internationale ISO 14001.**

- **La démarche du syndicat EAF est différente ; elle repose sur l'élaboration d'un code de bonnes pratiques. Celui-ci prend en compte les différentes composantes de l'environnement d'une PCH.**

FICHE N° 18

LE COUT D'INSTALLATION D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE

La faisabilité financière d'un projet de petite centrale hydroélectrique est liée :
- au budget d'investissement, représenté par le coût des études et le coût de la construction,
- aux recettes attendues de l'exploitation en fonction de la production et des modalités de vente,
- aux coûts d'exploitation,
- au type de financement retenu.

Cette fiche traite principalement du budget d'investissement et du type de financement.

Un projet de PCH peut consister à rénover un ouvrage existant, ou rechercher un nouveau site. Les fiches du guide relatives aux études financières traitent principalement de la seconde hypothèse, à savoir le projet d'une nouvelle PCH.

En définitive, cette fiche présente :
- le coût des études,
- le coût de la construction,
- les sources de financement.

Le coût des études

Pour un dossier de demande d'autorisation, le prix des études préliminaires oscille le plus souvent entre 10 000 € (demande simplifiée avec notice d'impact) et 30 000 € (demande avec étude d'impact). Pour les projets soumis au régime de la concession, d'une puissance supérieure à 4500 kW, le montant des études peut être largement supérieur.

Le coût des études comprend :

- les études techniques, avec notamment les études hydrauliques et géotechniques,
- les études d'environnement, avec notamment les études hydrobiologiques et l'étude d'impact,
- les études économiques et financières.

Différents organismes peuvent apporter un appui financier à ce stade du projet :

- l'ADEME (cf. fiche 4)
- le Conseil Général (aides réservées aux communes)
- le Conseil Régional …

Signalons que le porteur du projet perd intégralement ce budget destiné aux études si la demande est rejetée. Il y a donc une notion de risque, qu'il est important de prendre en considération.

A la notion de risque s'ajoute la notion de délai. Les études et la procédure d'instruction du projet nécessitent au minimum deux ou trois années.

Quelques logiciels ont été développés pour l'analyse des potentialités hydroélectriques d'un site. Les plus connus sont PACHA, PEACH et PROPHETE (cf. fiche 3).

Le coût de la construction

On peut faire un triple constat sur l'investissement que représente une PCH :

- il nécessite des capitaux importants,
- il existe une forte variabilité dans les coûts de construction
- il est nécessaire de rechercher « l'optimisation économique »

Un investissement nécessitant d'importants capitaux

Même s'il est particulièrement difficile de définir le cas représentatif standard, il est admis que l'investissement, hors coûts de développement souvent onéreux, se situe dans une fourchette allant de 5 à 10 fois le chiffre d'affaires.

Cette fourchette approximative est valable aussi bien pour la création d'un aménagement neuf que pour le prix d'achat d'une centrale, auquel toutefois un abattement peut être appliqué pour tenir compte de son état réel.

Ainsi l'investissement financier s'amortit le plus souvent sur une durée de 10 à 20 ans. La lenteur du cycle investissement-amortissement peut être rédhibitoire pour des investisseurs privés si, en contrepartie, une tarification garantie sur le long terme n'est pas offerte (cf. fiche 19).

LA COMPARAISON D'UNE PCH À UN PARC ÉOLIEN *

On peut comparer les investissements nécessaires à la création d'un parc éolien et d'une PCH en les ramenant au prix du kW installé :

- le coût du kW éolien évolue dans une fourchette allant de 800 à 1500 € / kW,
- le coût du kW hydraulique évolue dans une fourchette allant de 1200 à 3000 € / kW.

Le nombre d'heures d'utilisation de la capacité installée d'un parc éolien se situe en moyenne à 2500 heures / an contre 3500 heures pour une PCH.

En définitive, le rapport du coût moyen du kW au nombre d'heures d'utilisation s'équilibre pour les 2 types d'aménagements.

* Données approximatives qui peuvent fortement varier selon la localisation des aménagements.

La grande variabilité des coûts dans le domaine de construction

Les équipements dans le domaine de la petite hydraulique peuvent être très variés :

- les installations sont extrêmement variées entre les centrales hautes, moyennes et basses chutes.
- les puissances peuvent varier de quelques kW à plusieurs MW
- les linéaires de conduite forcée, de pistes à créer, de ligne électrique à implanter peuvent également être très variables d'un site à l'autre.

Dans la plupart des cas, les investissements pour les nouveaux sites seront supérieurs aux investissements réalisés les décennies précédentes :

- une forte proportion des sites favorables aux PCH est déjà équipée,
- les mesures en faveur de l'environnement (passe à poissons par exemple) impliquent un effort financier supplémentaire,
- les coûts de raccordement au réseau électrique sont en progression constante.

LE COÛT D'UNE PASSE À POISSONS

Les échelles à poissons, ou autres dispositifs de franchissement, en dehors du débit qu'ils utilisent pour fonctionner, peuvent représenter un coût d'investissement important.

En considérant qu'il faut approximativement 15 000 € par mètre de dénivellation, le coût d'une échelle peut représenter de 5 à 20 % du coût global de l'aménagement hydroélectrique.

La notion « d'optimum économique »

Cette notion de meilleur compromis à trouver est représentée succinctement dans la fiche 9. Le porteur d'un projet doit envisager plusieurs variantes dans son projet.

Sans être exhaustif, les facteurs qui vont influencer le choix économique peuvent être :

- la topographie du site (par exemple, il peut être nécessaire de trouver la meilleure adéquation entre la hauteur de chute et le linéaire de conduite forcée),
- le mode d'exploitation de la PCH (par exemple, une production d'énergie en régime isolé n'induit pas les mêmes contraintes qu'une production évacuée sur le réseau),
- le prix d'achat du kWh (condition d'achat été / hiver, durée du contrat, régularité de la production ...).

L'optimum économique doit ensuite être confronté à « l'optimum environnemental » et à « l'optimum technique ». L'optimisation du projet doit tenir compte de ce triple impératif.

UNE MODÉLISATION DU COÛT DE CONSTRUCTION D'UNE PCH

(à partir de la revue Hydro – Energie, n°25, Mai 2002, article de R. CHENAL)

Le coût de la construction doit prendre en compte les différentes composantes de la PCH :

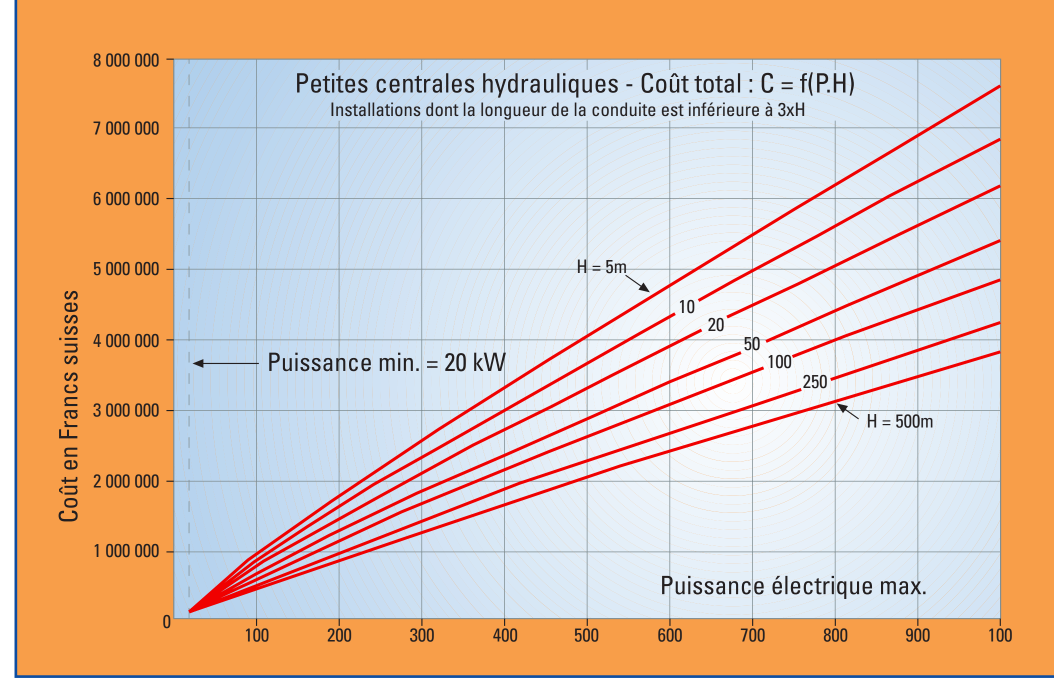
- le génie civil,
- les équipements de production, avec notamment la turbine et le générateur,
- les équipements électriques et le raccordement au réseau,
- la conduite forcée, etc .

Même si les coûts de construction sont très variables entre PCH, il est possible de faire une évaluation sommaire du coût global de l'installation à partir de la formule

$C = 10^3 (A + BP^C . H^D)$

C : coût de l'installation (pour une installation dont la longueur de la conduite forcée ne dépasse pas trois fois la hauteur de la chute nette H)
A, B, C, D : constantes calculées de façon empirique (avec un coût exprimé en franc suisse)
P : puissance électrique maximum de l'installation
H : hauteur de la chute nette

Cette formule s'applique principalement pour les PCH de 20 à 1000 kW et pour des hauteurs de chute nette variant de 5 à 600 m.
Pour une PCH dont la longueur de la conduite forcée est plus de 3 fois supérieure à la hauteur de chute, un coefficient de surcoût doit être appliqué.



Le coût d'installation du kW hydraulique en France oscille pour une PCH entre 1200 et 3000 € ; le coût moyen est évalué très grossièrement à 2000 €.

Les sources de financement

Les besoins de fonds sont fonction du planning d'étude et de réalisation du projet. Durant la phase de réalisation, les déblocages progressifs pour paiement d'acomptes entraînent des intérêts intercalaires qui doivent être pris en charge.

Le plan de financement devra cerner de manière précise le calendrier de mobilisation, ainsi que les risques de variation en montant et en échéance, pouvant intervenir lors des différentes phases d'avancement (demande d'autorisation, travaux).

De même, les spécificités de l'exploitation, et notamment les modalités de règlement par EDF, peuvent créer, les premiers temps, un besoin de trésorerie à court terme.

De nombreux organismes ont mis au point des formules de financement bien adaptées aux caractéristiques des PCH :
- banques commerciales classiques,
- groupe de la Caisse des Dépôts et Consignations,
- formules de crédit-bail,
- sociétés de développement régional ...

Le plan de financement intègre toute une série de critères :
- le montant du financement, qui prend en compte une part plus ou moins importante des investissements,
- l'adaptabilité au planning des besoins de fonds, pour minimiser les intérêts intercalaires,
- les taux d'intérêt, fixes ou variables,
- les possibilités de modification du calendrier de remboursement, en cas d'année à mauvaise hydraulicité,
- les contraintes éventuelles telles que le nantissement du contrat EDF, etc .

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Le coût des études préliminaires, pour la demande d'autorisation d'une PCH oscille le plus souvent entre 10 000 et 30 000 €. Si la demande d'autorisation est rejetée, ce montant est perdu par le porteur du projet.**

- **Une PCH nécessite d'importants capitaux pour sa construction. On considère que l'investissement se situe dans une fourchette représentant 5 à 10 fois le chiffre d'affaires.**

- **Un projet se construit dans une optique de compromis entre l'optimum économique, l'optimum technique et l'optimum environnemental. Plusieurs variantes doivent être envisagées.**

- **Le plan de financement d'une PCH doit prendre en compte toute une série de critères. On veillera particulièrement à son adaptabilité par rapport aux modifications de planning.**

LES PREVISIONS D'EXPLOITATION D'UNE PETITE CENTRALE HYDROELECTRIQUE

Cette fiche aborde principalement le cas des PCH dont la production est destinée à la vente à EDF.

L'arrêté du 25 juin 2001 fixe les nouvelles conditions d'achat de l'électricité produite par les petites centrales hydroélectriques. Cet arrêté est la base du contrat qui engage le producteur autonome et EDF.

En définitive, cette fiche présente :
- les débouchés de la production énergétique,
- l'arrêté du 25 juin 2001,
- les coûts d'exploitation d'une PCH.

Les débouchés de l'hydroélectricité

Pour les débouchés de la production, on peut distinguer plusieurs cas de figures :
- la vente de la production à un réseau général, en l'occurrence EDF,
- l'autoconsommation de la production, notamment dans le cadre d'ateliers industriels,
- les solutions mixtes, avec une partie autoconsommation et une partie vente à un réseau.

La majorité des producteurs autonomes se situent dans le premier cas, à savoir une production d'énergie destinée à EDF.

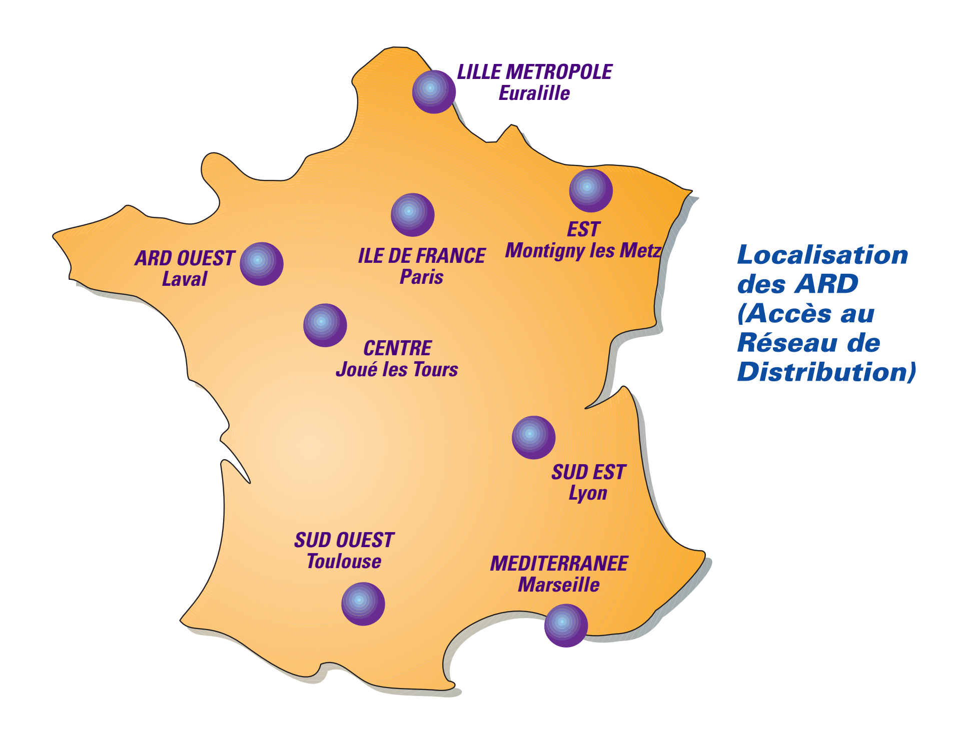
LA NOUVELLE ORGANISATION AU SEIN D'EDF

Afin de répondre aux dispositions prévues dans la loi n° 2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public d'électricité, plusieurs entités ont été créées au sein d'EDF :
- RTE, gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité,
- RDE, Réseau de Distribution d'Electricité.

RTE gère les lignes très haute tension (400 000 et 225 000 volts) et les lignes haute tension (90 000 et 63 000 volts).
Le RDE comprend les lignes moyenne tension (20 000 volts) et basse tension (380 et 220 volts).

Pour prendre une comparaison avec le réseau routier, RTE correspond aux autoroutes et aux routes nationales, RDE correspond aux routes départementales et voies communales.

Pour la distribution, les services chargés des relations avec les producteurs sont les ARD (Accès au Réseau de Distribution). Il existe huit centres en France.



Localisation des ARD (Accès au Réseau de Distribution)

Rappelons que c'est la loi relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité (10 février 2000) et ses décrets d'application qui fixent les grands principes pour la promotion des énergies renouvelables :

- l'outil essentiel pour favoriser le développement de ces énergies est d'abord l'obligation d'achat par EDF de l'électricité produite,
- le seuil de puissance au dessous duquel les installations peuvent bénéficier de cette obligation est fixé par le décret du 6 décembre 2000 à 12 MW,
- les principes des contrats d'achat sont présentés dans le décret du 10 mai 2001,
- des arrêtés tarifaires sont ensuite élaborés par filière.

LES DIFFÉRENTES FILIÈRES BÉNÉFICIANT DE L'OBLIGATION D'ACHAT

Filière	Durée de contrat
Eolien	15 ans
Hydraulique	20 ans
Cogénération	12 ans
UIOM (usines d'incinération d'ordures ménagères)	15 ans
Biogaz de décharge	15 ans
Photovoltaïque	20 ans
Petites installations	15 ans
Farines animales	15 ans

(Extrait de la Circulaire du 3 mai 2002 ; rationalisation et simplification des procédures applicables aux producteurs d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables)

L'arrêté tarifaire du 25 juin 2001

L'arrêté du 25 juin 2001 fixe les conditions d'achat de l'énergie des centrales hydroélectriques visées dans le décret du 6 décembre 2000 (puissance maximale 12 MW).
Cet arrêté comprend 9 articles et 3 annexes ; il définit :

- les heures d'hiver, entre le 1er novembre et le 31 mars, et les heures d'été, entre le 1er avril et le 31 octobre,

- les heures creuses, entre 22 heures et 6 heures (entre 23 heures et 7 heures pendant la période d'été) et toute la journée du dimanche,

- les heures de pointe, 2 heures le matin et 2 heures le soir, de décembre à février inclus, tous les jours sauf le dimanche,

- le choix, pour les PCH en métropole, entre des tarifications à une, deux, quatre ou cinq composantes,

- pour les PCH hors métropole, une tarification à une composante,

- une tarification différenciée selon la puissance des PCH (puissance maximale installée inférieure à 500 kVA ou puissance maximale installée supérieure à 600 kVA),

- une tarification en annexe 1 pour les nouvelles PCH mises en service après le 21 novembre 2001, ou pour les PCH avec une augmentation de puissance supérieure à 10 %,

- une tarification en annexe 2 pour les PCH en place, dont le contrat arrive à échéance,

- une durée de contrat de 20 ans,

- une prime appelée majoration de qualité. L'annexe 3 définit les principes de cette prime et le mode de calcul de la majoration de qualité,

- une formule d'indexation des tarifs de rachat de l'électricité.

LA MAJORATION DE QUALITÉ

Celle-ci est appliquée en hiver en métropole, en été et en hiver dans les départements d'outre-mer et Saint Pierre et Miquelon.

Celle-ci prend en compte la stabilité de la production.

Celle-ci est évaluée par période de cinq années.

Les tableaux ci-après présentent les tarifs définis dans les annexes 1 et 2 de l'arrêté tarifaire.

Annexe 1

Tarifs mentionnés à l'article 5 de l'arrêté

L'énergie active fournie par le producteur est facturée à l'acheteur sur la base des tarifs ci-dessous. Ces tarifs sont exprimés en c€/kWh hors TVA et incluent une majoration de qualité appelée M, calculée conformément aux dispositions de l'annexe 3.

En métropole continentale

Tarifs à une composante

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver	6,10 + M	5,49 + M
Été	6,10	5,49

Tarifs à deux composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver	8,42 + M	7,58 + M
Été	4,45	4,01

Tarifs à quatre composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver, heures pleines	10,25 + M	9,22 + M
Hiver, heures creuses	5,98 + M	5,38 + M
Été, heures pleines	4,58	4,12
Été, heures creuses	4,27	3,84

Tarifs à cinq composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver, heures de pointe	17,81 + M	16,03 + M
Hiver, heures pleines	8,97 + M	8,07 + M
Hiver, heures creuses	5,98 + M	5,38 + M
Été, heures pleines	4,58	4,12
Été, heures creuses	4,27	3,84

En Corse

Tarifs à une composante

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver	7,01 + M	6,40 + M
Été	7,01	6,40

Tarifs à deux composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver	9,67 + M	8,83 + M
Été	5,12	4,67

Tarifs à quatre composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver, heures pleines	11,78 + M	10,75 + M
Hiver, heures creuses	6,87 + M	6,27 + M
Été, heures pleines	5,26	4,80
Été, heures creuses	4,91	4,48

Tarifs à cinq composantes

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver, heures de pointe	20,47 + M	18,69 + M
Hiver, heures pleines	10,30 + M	9,41 + M
Hiver, heures creuses	6,87 + M	6,27 + M
Été, heures pleines	5,26	4,80
Été, heures creuses	4,91	4,48

Dans les départements d'outre-mer et dans les collectivités territoriales de Saint-Pierre-et-Miquelon

Tarifs à une composante

	Puissance maximale installée ≤500 kVA	Puissance maximale installée ≥600 kVA
Hiver et été	7,01 + 5/12 x M	6,40 + 5/12 x M

Annexe 2

Tarifs mentionnés aux l'articles 5 et 6 de l'arrêté

L'énergie active fournie par le producteur est facturée à l'acheteur sur la base des tarifs ci-dessous. Ces tarifs sont exprimés en c€/kWh hors TVA.

En métropole continentale

Tarifs à une composante

Hiver et été.......................... 4,42

Tarifs à deux composantes

Hiver...................................... 6,10
Été.. 3,23

Tarifs à quatre composantes

Hiver, heures pleines......... 7,43
Hiver, heures creuses........ 4,33
Été, heures pleines............ 3,32
Été, heures creuses........... 3,09

Tarifs à cinq composantes

Hiver, heures de pointe..... 12,91
Hiver, heures pleines......... 6,50
Hiver, heures creuses........ 4,33
Été, heures pleines............ 3,32
Été, heures creuses........... 3,09

En Corse

Tarifs à une composante

Hiver et été.......................... 5,34

Tarifs à deux composantes

Hiver...................................... 7,37
Été.. 3,90

Tarifs à quatre composantes

Hiver, heures pleines......... 8,97
Hiver, heures creuses........ 5,23
Été, heures pleines............ 4,01
Été, heures creuses........... 3,74

Tarifs à cinq composantes

Hiver, heures de pointe..... 15,59
Hiver, heures pleines......... 7,85
Hiver, heures creuses........ 5,23
Été, heures pleines............ 4,01
Été, heures creuses........... 3,74

Dans les départements d'outre-mer et dans les collectivités territoriales de Saint-Pierre-et-Miquelon

Tarifs à une composante

Hiver et été.......................... 5,34

Les annexes 1 et 2 de l'arrêté tarifaire du 25 Juin 2001

Il va de soi que le porteur de projet de PCH a tout intérêt à faire différentes simulations tarifaires en fonction de la production électrique escomptée, pour optimiser son contrat avec EDF.

Les coûts d'exploitation d'une PCH

Les charges de fonctionnement ou coûts d'exploitation varient en fonction de la taille et des caractéristiques de la PCH, des méthodes d'exploitation et du montage juridique et financier.

Coûts directs d'exploitation
Ils comprennent :
- les frais de personnel, principalement du gardiennage et des petites interventions d'entretien des installations et bâtiments,
- les consommables : huiles, électricité, pièces d'usine ...,
- la maintenance programmée,
- les assurances : responsabilité civile, risque industriel, incendie, dégâts des eaux, bris de machine, couverture totale ou partielle des pertes d'exploitation,
- la taxe professionnelle, calculée notamment sur les immobilisations, à l'exception des ouvrages d'amenée d'eau et de transport d'électricité,
- les taxes éventuelles, redevances ; droit de passage des ouvrages de la PCH, agence de l'eau,
- la gestion administrative et financière : facturation, comptabilité.

Ces coûts directs d'exploitation représentent, en moyenne, selon le type d'installation, entre 10 et 30 % des recettes brutes.

Provisions
Elles ne concernent que des dotations pour réparations importantes.

Frais financiers
Ils dépendent des modalités de financement retenues et notamment de la répartition autofinancement / emprunts.

Amortissements
Les dotations aux amortissements sont calculées en fonction de l'espérance de vie des équipements et des aménagements, ou suivant la réglementation fiscale et comptable en vigueur.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Suite à la loi «électrique» du 10 février 2000, les services chargés des relations avec les producteurs sont les ARD (Accès au Réseau de Distribution). On en compte huit sur le territoire national.**

- **L'arrêté tarifaire du 25 juin 2001 fixe les conditions d'achat de l'hydroélectricité. Les contrats sont de 20 ans, la tarification est différenciée entre les PCH dont la puissance est inférieure à 500 kVA ou supérieure à 600 kVA.**

- **Les coûts directs d'exploitation représentent, pour une PCH, de 10 à 30 % des recettes brutes.**

FICHE N° 20

L'APPRECIATION DE LA RENTABILITE

Cette fiche présente les méthodes pour évaluer la faisabilité financière d'une PCH et apprécier sa rentabilité. Elle est la suite logique des fiches 18 et 19 sur les investissements à réaliser, les recettes, les coûts d'exploitation.

Pour évaluer la faisabilité financière d'une PCH, il existe de nombreuses approches. Cette fiche a plutôt vocation à fournir quelques repères sans chercher l'exhaustivité dans ce domaine.

En définitive, cette fiche présente :
- les grandes caractéristiques du montage financier d'un projet de PCH,
- les étapes des études financières,
- les méthodes d'appréciation de la rentabilité.

Les caractéristiques du montage financier d'un projet de PCH

Le montage financier d'un projet de PCH se caractérise notamment par :
- une forte mobilisation de capitaux
- des marges sur chiffre d'affaires a priori élevées,
- un investissement sur du long terme,
- plusieurs types d'aléas.

Une forte mobilisation de capitaux

Cette caractéristique a été développée dans la fiche 18. Il est admis que l'investissement se situe dans une fourchette allant de 5 à 10 fois le chiffre d'affaires, avec une moyenne se situant à environ 7 fois.

Avec un tel ratio, on peut dire qu'un projet de PCH est exigeant en capitaux, d'autant plus que les coûts de développement sont à ajouter.

Une marge sur chiffre d'affaires élevée

Un aménagement correctement conçu et exploité dégage, dans la plupart des cas, une marge élevée par rapport au chiffre d'affaires.

QUELQUES CHIFFRES SUR LES MARGES D'UNE PCH

Il est très difficile de fournir une estimation sur la marge d'une PCH, car les modes d'exploitation sont très divers. Néanmoins, on considère parfois, qu'après le remboursement des emprunts, soit de 10 ans à 20 ans après la réalisation de la centrale, la marge nette sur le chiffre d'affaires avoisine environ le tiers de celui-ci (ce qui signifie que l'on se situe à environ 50 % avant l'impôt sur les sociétés). Pendant la période de remboursement des emprunts, une telle marge ne peut être atteinte. On considère alors comme satisfaisant le fait de parvenir à l'équilibre des comptes.

Un investissement sur du long terme

Une PCH a une durée de vie de plusieurs dizaines d'années ; il s'agit donc d'un investissement sur le long terme.
De manière générale, les équipements importants ont une durée de vie supérieure à 30 ou 40 ans.
On comprend donc pourquoi les durées des contrats d'achat dans l'hydraulique sont les plus longs parmi les différentes filières d'énergies renouvelables (contrat de 20 ans, cf. fiche 19).

Un risque non négligeable

Le risque se situe à plusieurs niveaux :
- d'abord, dans l'étape faisabilité du projet, où le pétitionnaire peut entreprendre des études coûteuses, sans garantie d'obtenir l'autorisation d'exploiter l'énergie hydraulique du site pressenti,
- dans l'irrégularité des données climatiques et hydrauliques du cours d'eau aménagé. Comme pour l'agriculteur, certaines années peuvent être favorables et d'autres non,
- dans l'exploitation même de l'aménagement, où le producteur n'est pas à l'abri de difficultés majeures : foudre qui endommage toutes les installations électriques, coup de bélier, vandalisme ...,
- dans la libéralisation actuelle des systèmes électriques européens, qui peut parfois faire craindre un manque de visibilité sur le long terme.

Il est certain que pour se développer, l'hydroélectricité a besoin de stabilité sur le long terme, d'où l'importance du niveau et de la durée de la tarification proposée aux producteurs.
En conclusion, on peut dire que le tarif d'achat et la durée des contrats sont des facteurs absolument déterminants pour le développement de la petite hydroélectricité :
- ce sont des signaux forts qui marquent une volonté politique de promouvoir ou non les énergies renouvelables,
- les niveaux de tarification permettent de mettre en œuvre ou non les mesures en faveur de l'environnement : construction d'une échelle à poissons, débit réservé égal ou supérieur au 1/10 du module, enfouissement d'une conduite forcée ... Le respect des prescriptions environnementales s'accompagne d'une hausse du coût de l'énergie produite.

- la lenteur du cycle investissement – amortissement d'une PCH peut être rédhibitoire pour des investisseurs privés si, en contrepartie, une tarification garantie sur le long terme ne leur est pas offerte.

LA RENTABILITÉ D'UNE PCH PAR RAPPORT À UN INVESTISSEMENT IMMOBILIER

(Synthèse d'une note rédigée par CH. CONVERT, Fédération EAF)

• La PCH et l'immobilier ont comme caractéristique commune de correspondre à des investissements sur le long terme.

Pour apprécier la rentabilité d'une PCH, il faut prendre en compte à la fois l'investissement global, le chiffre d'affaires hors taxe et la rentabilité nette sur le chiffre d'affaires.

Prenons comme hypothèses une PCH :

- avec un chiffre d'affaires hors taxe évalué au septième de l'investissement,
- avec une rentabilité nette évaluée au tiers du chiffre d'affaires.

On en déduit que la rentabilité nette est d'un vingt-et-unième (1/7 x 1/3 = 1/21) de l'investissement, soit une rentabilité nette légèrement inférieure à 5 % de l'investissement initial.

Dans cet exemple, on peut dire qu'il s'agit d'un investissement comparable en terme de rentabilité, avec du « bon immobilier ».

A titre de comparaison, des produits financiers tels que des obligations ont actuellement des taux de rendement voisins de 5 %.

• Les PCH ont été perçues bien souvent comme des entreprises particulièrement rentables, car elles ont en général une marge sur chiffre d'affaires élevée.

En fait, cette forte rentabilité apparente n'est qu'une vision partielle de la réalité, car il faut prendre également en compte le montant de l'investissement.

C'est en définitive le ratio liant l'investissement global à la rentabilité nette annuelle qui est représentatif de la réalité, et qui permet de comparer la rentabilité d'une PCH avec d'autres placements.

Concernant la tarification, il faut également signaler la mise en place probable d'un marché de « l'électricité verte » lié à la directive européenne de septembre 2001 pour la promotion de l'électricité d'origine renouvelable (cf. fiche 2).

L'ÉLECTRICITÉ VERTE OU LES CERTIFICATS VERTS

(extrait de l'article « Certificats verts : situation européenne et mode d'emploi », Systèmes solaires n°147)

Le contexte

La production d'électricité à partir d'énergies renouvelables connaît aujourd'hui en Europe une évolution importante, avec en point d'orgue la directive européenne adoptée en septembre 2001. En parallèle, un véritable marché de l'électricité « verte » se crée dans le secteur des industries électriques dorénavant libéralisées. En Allemagne, en Angleterre, aux Pays-Bas, en Suède ou en Irlande, des fournisseurs proposent à un nombre croissant de consommateurs un approvisionnement en électricité provenant à 10 %, 50 % ou même 100 % de sources renouvelables. Les consommateurs payent alors en général un prix un peu plus élevé pour leur électricité, de l'ordre de 5 à 10 % en plus de ce qu'ils payaient pour de l'électricité « grise » ou conventionnelle. Dans quelques pays, les pouvoirs publics commencent à prendre ce surcoût en charge via diverses réductions de taxes, avec pour effet de stimuler le marché.

De la nécessité des certificats

La directive européenne sur l'électricité produite à partir de sources renouvelables définit aux pays des pourcentages de consommation et non de production. Dès lors, ce n'est pas parce qu'un pays dispose de beaucoup de centrales d'énergies renouvelables qu'il remplit son contrat ! C'est sa consommation qu'il faut prouver. Comment ? En suivant l'électricité «verte» à la trace, jusqu'au consommateur final. Or, un électron « renouvelable », une fois injecté sur le réseau, se perd parmi les électrons « ordinaires ».
Le seul moyen de le retrouver est de prouver qu'il est consommé. A ce niveau, il existe deux types de preuves possibles.
Le consommateur peut passer un contrat direct d'achat de courant vert avec un producteur voisin. Mais ce cas de figure est peu répandu. L'autre solution, beaucoup plus largement applicable, est qu'il achète des certificats verts. Ceux-ci prouvent sa consommation d'électricité « renouvelable », qu'elle ait été produite dans son pays ou ailleurs. D'où la nécessité « technique » d'un système de traçabilité et de garantie : les certificats verts.

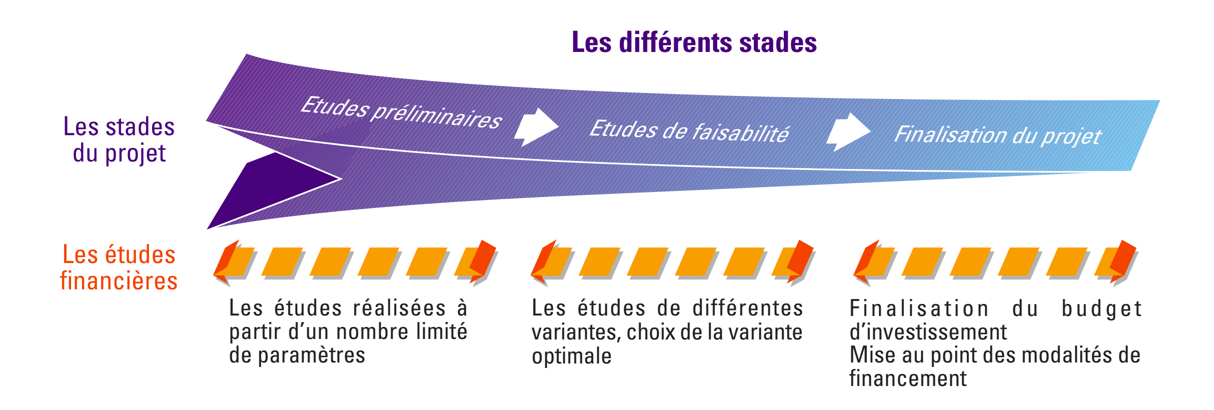
Le jeu de l'offre et de la demande

Propriété initiale du producteur, un certificat vert peut être cédé à tout acheteur qui le désire, à condition toutefois qu'il existe un certain nombre d'institutions, de règles et de procédures bien établies qui autorisent un tel commerce. Ces institutions, règles et procédures, ainsi que les déterminants de la demande en certificats verts forment le système de certificats verts proprement dit. Ces déterminants peuvent être de nature légale et contraignante (quotas obligatoires), fiscales (exemption accordée au consommateur) ou volontaire (préférence individuelle pour de l'électricité verte). Point important, dans le cadre d'un système de certificats verts, un producteur d'électricité d'origine renouvelable valorise de deux manières, séparées mais complémentaires, sa production. D'une part, il écoule ses « électrons » sur le réseau ; d'autre part, il vend ses certificats auprès d'acheteurs potentiels.

Le fonctionnement des certificats verts

1- Chaque MWh produit à partir de source renouvelable et injecté sur le réseau conduit à l'émission d'un certificat.
2- L'institut d'émission enregistre la centrale de production, contrôle, et lui délivre les certificats.
3- Le producteur « vert » vend ses certificats à des acheteurs branchés sur le réseau : consommateurs d'électricité verte « volontaires » (industriel ou particulier) ou pollueur devant réduire ses émissions de CO_2.
4- L'électricité propre est consommée, l'institut retire le certificat du marché.

Les étapes des études financières



Comme pour les études d'environnement, les études financières doivent être réalisées de façon progressive, continue et itérative :

Au stade « **études préliminaires** », on réalise un diagnostic sur l'intérêt économique du projet à partir d'un nombre limité de paramètres :

- hauteur de chute et débit pour évaluer la puissance maximale brute et la puissance installée,
- linéaire approximatif de conduite forcée, de canal d'amenée et de voie d'accès à créer,
- distance entre le lien de production et le point de raccordement électrique,
- recettes et coûts engendrés par ces différents paramètres.

Au stade « **études de faisabilité** », il est important d'avoir évalué plusieurs variantes, tant sur les plans technique, environnemental et financier. Ces évaluations permettent de dégager la variante correspondant au meilleur compromis.

A ce stade, le pétitionnaire doit avoir défini les caractéristiques essentielles de son projet.

A titre d'exemple, pour une passe à poissons, le porteur de projet peut définir ses caractéristiques techniques et son coût approximatif.

Rappelons que les études de faisabilité aboutissent à l'élaboration du dossier de demande d'autorisation déposé en Préfecture.

Au stade « **finalisation du projet** », les coûts poste par poste sont affinés. Le pétitionnaire élabore des dossiers d'appel d'offres des entreprises, met au point les équipements définitifs et finalise son budget d'investissement avec les modalités de financement.

Pour le raccordement au réseau, le futur producteur finalise la convention d'exploitation et le contrat d'achat avec EDF.

Les méthodes d'appréciation de la rentabilité

Dans la finalisation de l'étude de faisabilité financière de son projet, le pétitionnaire peut utiliser un certain nombre de méthodes pour apprécier la rentabilité :

- méthode du temps de retour,
- méthode du temps de retour actualisé,
- méthode du taux de rentabilité interne.

Certaines de ces méthodes intègrent les notions de risque et de non disponibilité des fonds. Elles utilisent le concept d'actualisation, tendant à attribuer une valeur moindre à l'argent à venir qu'à l'argent présent.

Au préalable, il faut définir le résultat d'exploitation et la notion de cash-flow.

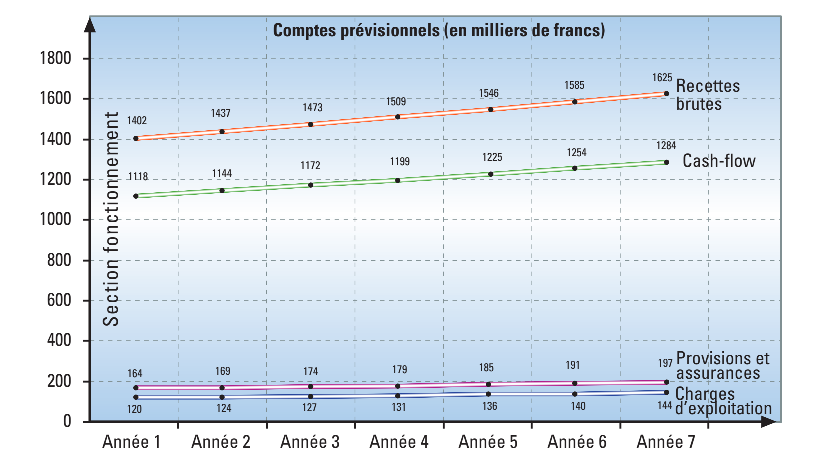
Résultat d'exploitation et notion de cash-flow

Le résultat brut d'exploitation, constitué des recettes brutes diminuées des coûts directs d'exploitation, doit permettre de générer des fonds propres suffisants pour couvrir les frais financiers, ainsi que les dotations aux amortissements et les éventuelles provisions pour grosses réparations.

Lorsqu'il s'agit d'apprécier la rentabilité financière de l'investissement que constitue une PCH, on utilise la notion de cash-flow financier, correspondant à la différence entre les recettes brutes d'une part, et les coûts directs d'exploitation et les provisions d'autre part. Le rapport existant entre le cash-flow financier et le montant initial de l'investissement permet une comparaison immédiate avec les prix de l'argent sur le marché financier ou avec d'autres investissements.

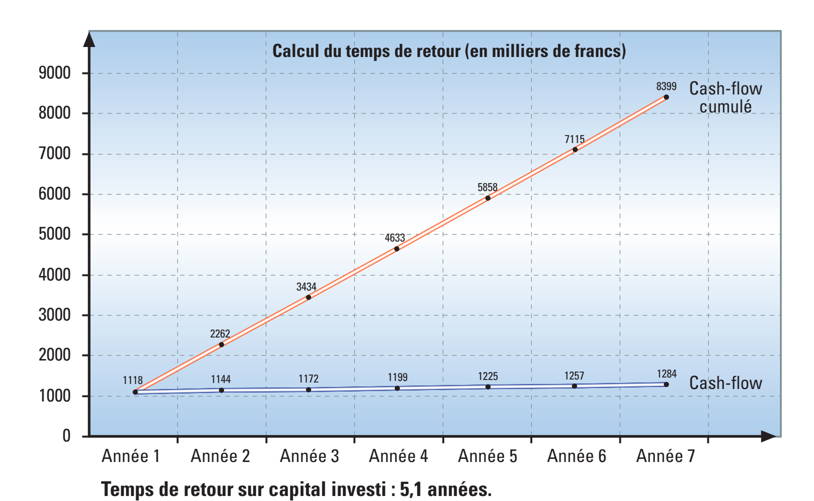
Fiche signalétique de l'exemple utilisé

- Montant de l'investissement : 6.000.000 F.
- Hypothèse d'inflation : 3% par an.
- Taux d'augmentation des recettes brutes : 2,5% par an.
- Taux d'augmentation des coûts d'exploitation : 3% par an.
- Taux d'emprunt : 10%
- Montant de l'emprunt : 6.000.000 F.



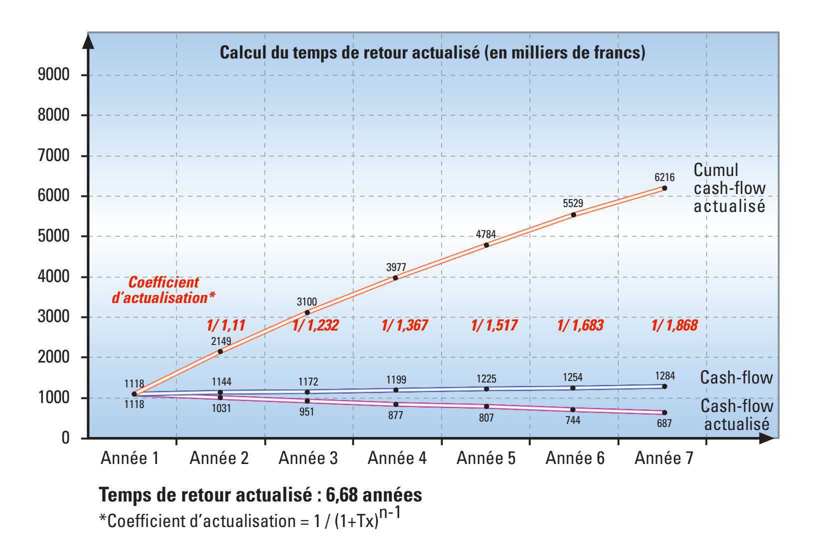
Exemple extrait de Petite Hydroélectricité, AFME, 1991

Méthode du temps de retour



Cette méthode simple détermine le temps nécessaire pour que des cash-flows cumulés égalent l'investissement initial.

Méthode du temps de retour actualisé



Elle vient corriger les résultats obtenus par la méthode précédente, en appliquant un taux d'actualisation aux flux de trésorerie à venir. La fiabilité de cette méthode réside principalement dans le choix d'un taux cohérent. Celui-ci devra tenir compte du prix de l'argent sur le marché (taux de placement pour une association ou un particulier, ou taux habituel d'emprunt pour une collectivité) et du risque inhérent au projet lui-même.

Méthode du taux de rentabilité interne

Cette méthode consiste à rechercher le taux d'actualisation à appliquer aux cash-flows pour que la somme des cash-flows actualisés sur une période donnée égale l'investissement initial. La période prise en compte pour ce calcul peut être la durée de l'autorisation administrative, ou plus couramment la durée d'amortissement fiscal ou comptable ou encore, la durée des emprunts.
Le taux de rentabilité interne obtenu est comparé aux données du marché financier international. Cette méthode permet, en outre, de créer un outil de comparaison immédiat entre des investissements de nature et de durées de vie différents.

TAUX DE RENTABILITÉ INTERNE

Dans l'exemple choisi pour illustrer ce chapitre, le taux de rentabilité interne obtenu sur une période de 20 ans est proche de 18 %. Le coût habituel d'un emprunt pour ce type de projet se situant aux alentours de 10 %, ce projet d'investissement est donc financièrement rentable et attrayant.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

- **Un projet de PCH nécessite une forte mobilisation de capitaux. Il s'agit d'un investissement sur le long terme présentant quelques risques. Par contre, pour les aménagements bien conçus, les marges sur chiffres d'affaires sont élevées.**
- **C'est le ratio liant l'investissement global à la rentabilité nette annuelle qui est représentatif de la rentabilité d'une PCH par rapport à d'autres placements (immobilier par exemple).**
- **Concernant la tarification, il faut signaler la mise en place probable d'un marché de « l'électricité verte » lié à la directive européenne de 2001 pour la promotion de l'électricité d'origine renouvelable.**
- **Dans la faisabilité financière il existe plusieurs méthodes pour apprécier la rentabilité d'un projet. On peut citer la méthode du temps de retour, la méthode du temps de retour actualisé, la méthode du taux de rentabilité interne.**

BIBLIOGRAPHIE

ADEME – *Analyse stratégique des conditions d'un nouveau développement de la Petite Hydroélectricité en France.* Sud Consulting. 1997. 75p et 66p.

ADEME – *Droits d'eau et réhabilitation des ouvrages hydrauliques. Mini-hydroélectricité.* Agence Poitou-Charentes Energie Déchets Eau. 1999.

ADEME – *Etude de perception sur le positionnement de certains consommateurs finaux français par rapport à la tarification verte.* 2000.

ADEME – *Guide d'insertion des petites centrales hydroélectriques dans l'environnement. Synthèse tirée de l'expérience de cent cinquante études de cas en France.* 1994. 61p.

ADEME – *Guide du développeur de parc éolien.* 2003.

ADEME – *Insertion des petites centrales hydroélectriques dans l'environnement. Rencontres et journées techniques.* 1992. 188p.

ADEME - *Les petits aménagements hydroélectriques. Guide général.* Société hydrotechnique de France. 1999.

ADEME – *Les petits aménagements hydroélectriques. Guide pour l'intégration dans l'environnement.* 1998. 66p.

ADEME – *Manuel préliminaire de l'étude d'impact des parcs éoliens.* 2000. 158p.

ADEME – *Recensement des petites centrales hydrauliques françaises.* Comité de liaison Energies Renouvelables. 1995.

AFME – *Les petites centrales hydroélectriques.* 1986. 32p.

AFME – *Les petites centrales hydroélectriques. Une source de revenus pour la collectivité locale.* 1989. 26p.

AFME – *Minicentrales hydroélectriques. Guide pour la maintenance et la rénovation.* 1990. 48p.

CLER – *La petite hydroélectricité et l'emploi. Données et références.* ADEME. 1994. 34p.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES – *Layman's handbook on how to develop a small hydro site.* 1998. 266p.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE LA PÊCHE – *Etat initial et prévision d'impact dans les documents d'incidences.* Collection Mise au Point. 2000. 316p.

CONSEIL SUPÉRIEUR DE LA PÊCHE – *Passe à poissons. Expertise, conception des ouvrages de franchissement.* Collection Mise au point.

DELAUNAY Alexis – *Document d'information. Loi sur l'eau et autres polices spéciales ayant trait à l'eau. Pêche et utilisation de l'énergie hydraulique. Ministère de l'Environnement.* 2000. 67p.

DIANE – Manuel 1997. *Petites centrales hydrauliques. Informations sur la planification, la construction et l'exploitation.* 1997. 53p.

EDF – *Les microcentrales hydroélectriques. Principe et pratique.* 1980. 37p.

FÉDÉRATION FRANÇAISE DE CANOË-KAYAK – *Glissières et passes à canoës.* 1997. 31p.

FÉDÉRATION NATIONALE DES COLLECTIVITÉS CONCÉDANTES ET RÉGIES – *Le consommateur d'électricité face à la libéralisation.* 2002.

GRET – *Micro-centrales hydrauliques.* Editions alternatives. 1980. 90p.

HIDROENERGIA – *Actes de la Conférence du 3 au 6 Juillet à Mulhouse.* 2002. 223p.

HYDRO M – *Les débits réservés à l'aval des prises d'eau des microcentrales hydroélectriques.* Agence de l'Eau Adour Garonne, EAF, ADEME. 1995. 60p.

HYDRO M – *Les passes à poissons. Intérêt et contraintes.* Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, EAF. 1993. 136p.

MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT - *Entreprises hydroélectriques, recueil de textes.* Direction de l'Eau. 2000. 80p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT – *Entreprises hydroélectriques, recueil de textes.* Direction de l'Eau. 1995. 82p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE – *Cadre d'analyse des projets de petites centrales hydroélectriques.* Gouvernement du Québec. 1994.

OFFICE FÉDÉRAL DES QUESTIONS CONJONCTURELLES – *Guide pratique pour la réalisation de petites centrales hydrauliques.* 1992. 96p.

ROBERT V. – *La petite hydroélectricité : potentiel et mesures de relance.* ADEME. 2001. 67p.

SCHERR P., ETIENNE J. – *Guide pour la réalisation de micro-centrales hydroélectriques fonctionnant en site isolé.* 1993. 40p.
SECRÉTARIAT D'ÉTAT CHARGÉ DE L'ENVIRONNEMENT – *L'étude d'impact sur l'environnement des installations hydrauliques de production d'électricité.* Direction de l'Eau. 1989. 34p.

SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE France – *Petite hydroélectricité. Actualité d'une Energie Renouvelable.* 1998. 188p.

SOUCHON Y., VALENTIN S. – *Méthode des microhabitats. Laboratoire d'hydroécologie quantitative.* 1991. 90p.

Revues

CLER Infos
Comité de Liaison Energies Renouvelables
2B Rue Jules Ferry – 93100 Montreuil

HYDRO-ENERGIE Revue
Editions de la Vallée
BP 11 – 54870 Cons La Grandville

LA HOUILLE BLANCHE
Revue de la Société Hydrotechnique de France
25, Rue des Favorites – 75015 Paris

OBSERV'ER
Observatoire des Energies Renouvelables
146, Rue de l'Université – 75007 Paris

SYSTÈMES SOLAIRES
146, Rue de l'Université – 75007 Paris

SITES INTERNET

http://europa.eu.int
Commission des Communautés Européennes.

www.ademe.fr
Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME). Autrefois Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (AFME).

www.ciele.org
Centre d'Information sur l'Energie et l'Environnement.

www.cler.org
Association loi 1901, Comité de liaison Energies Renouvelables.

www.eau-adour-garonne.fr
Agence de l'Eau Adour Garonne.

www.edf.fr
Groupe EDF.

www.environnement.gouv.fr
Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable.

www.esha.be
Association Européenne pour la Petite Hydraulique.

www.Federation-eaF.org
Electricité Autonome Française (EAF).

www.gpae.com.fr
Groupement de producteurs autonomes d'énergie hydro-électrique (GPAE).

www.isl-ingenerie.fr
Bureau d'ingénieurs conseils développant des logiciels pour les projets de PCH.

www.legiFrance.gouv.fr
Textes règlementaires de la législation française.

www.observ-er.com
Observatoire des Energies Renouvelables.

www.shf.asso.fr
Société Hydrotechnique de France.

INDEX

M

N

O

P

R

S

T

U

V

BON DE COMMANDE

à retourner par courrier ou fax à :

ADEME
Pôle Communication DBER - Françoise Coroller
500, route des Lucioles - 06560 Valbonne
Télécopie : 04 93 65 31 96 - françoise.coroller@ademe.fr

Nom : .... Prénom : ....

Société / organisme : .... Fonction : ....

Secteur d'activité : ....

Adresse : ....

....

Code Postal : .... Ville : ....

Pays : .... Téléphone : ....

Télécopie : .... Adresse électronique : ....

Nom et adresse de livraison (si différents) : ....

....

....

Titre	Quantité
Guide pour le montage de projets de petite hydroélectricité	

Vous pouvez consulter ce document sur le site : www.ademe.fr

IMPLANTATIONS DE L'ADEME

ALSACE
8, rue Adolphe-Seyboth
67000 STRASBOURG
Tél. 03 88 15 46 46
Fax 03 88 15 46 47

AQUITAINE
6, quai de Paludate
33080 BORDEAUX CEDEX
Tél. 05 56 33 80 00
Fax 05 56 33 80 01

AUVERGNE
63, boulevard Berthelot
63000 CLERMONT-FERRAND
Tél. 04 73 31 52 80
Fax 04 73 31 52 85

BOURGOGNE
10, avenue Foch - BP 51562
21015 DIJON CEDEX
Tél. 03 80 76 89 76
Fax 03 80 76 89 70

BRETAGNE
33, bd Solferino - CS 41 217
35012 RENNES CEDEX
Tél. 02 99 85 87 00
Fax 02 99 31 44 06

CENTRE
22, rue d'Alsace-Lorraine
45058 ORLÉANS CEDEX 1
Tél. 02 38 24 00 00
Fax 02 38 53 74 76

CHAMPAGNE-ARDENNE
116, avenue de Paris
51038 CHALONS-EN-CHAMPAGNE
CEDEX
Tél. 03 26 69 20 96
Fax 03 26 65 07 63

CORSE
Parc Sainte-Lucie
Le Laetitia - BP 159
20178 AJACCIO CEDEX 1
Tél. 04 95 10 58 58
Fax 04 95 22 03 91

FRANCHE-COMTÉ
25, rue Gambetta - BP 26367
25018 BESANÇON CEDEX 6
Tél. 03 81 25 50 00
Fax 03 81 81 87 90

ÎLE-DE-FRANCE
6-8, rue Jean-Jaurès
92807 PUTEAUX CEDEX
Tél. 01 49 01 45 47
Fax 01 49 00 06 84

LANGUEDOC-ROUSSILLON
Résidence Antalaya
119, avenue Jacques-Cartier
34965 MONTPELLIER CEDEX 2
Tél. 04 67 99 89 79
Fax 04 67 64 30 89

LIMOUSIN
38 ter, avenue de la Libération
87000 LIMOGES
Tél. 05 55 79 39 34
Fax 05 55 77 13 62

LORRAINE
34, avenue André-Malraux
57000 METZ
Tél. 03 87 20 02 90
Fax 03 87 50 26 48

MIDI-PYRÉNÉES
Technoparc Bât. 9
Rue Jean-Bart - BP 672
31319 LABÈGE CEDEX
Tél. 05 62 24 35 36
Fax 05 62 24 34 61

NORD - PAS-DE-CALAIS
Centre Tertiaire de l'Arsenal
20, rue du Prieuré
59500 DOUAI
Tél. 03 27 95 89 70
Fax 03 27 95 89 71

BASSE-NORMANDIE
CITIS « Le Pentacle »
Av. de Tsukuba
14209 HÉROUVILLE-
SAINT-CLAIR CEDEX
Tél. 02 31 46 81 00
Fax 02 31 46 81 01

HAUTE-NORMANDIE
« Les Galées du Roi »
30, rue Gadeau-de-Kerville
76100 ROUEN
Tél. 02 35 62 24 42
Fax 02 32 81 93 13

PAYS DE LA LOIRE
5, bd V.-Gâche - BP 16202
44262 NANTES CEDEX 02
Tél. 02 40 35 68 00
Fax 02 40 35 27 21

PICARDIE
2, rue Delpech
80000 AMIENS
Tél. 03 22 45 18 90
Fax 03 22 45 19 47

POITOU-CHARENTES
6, rue de l'Ancienne-Comédie
BP 452
86011 POITIERS CEDEX
Tél. 05 49 50 12 12
Fax 05 49 41 61 11

PROVENCE -
ALPES - CÔTE D'AZUR
2, bd de Gabès - BP 139
13267 MARSEILLE CEDEX 08
Tél. 04 91 32 84 44
Fax 04 91 32 84 66

RHÔNE-ALPES
10, rue des Émeraudes
69006 LYON
Tél. 04 72 83 46 00
Fax 04 72 83 46 26

GUADELOUPE
Immeuble Café Center,
rue Ferdinand-Forest
97122 BAIE-MAHAULT
Tél. 05 90 26 78 05
Fax 05 90 26 87 15

GUYANE
28, avenue Léopold-Heder
97300 CAYENNE
Tél. 05 94 29 73 60
Fax 05 94 30 76 69

MARTINIQUE
42, rue Garnier-Pagès
97200 FORT-DE-FRANCE
Tél. 05 96 63 51 42
Fax 05 96 70 60 76

RÉUNION
Parc 2000
3, av. Théodore-Drouhet
BP 380
97829 LE PORT CEDEX
Tél. 02 62 71 11 30
Fax 02 62 71 11 31

NOUVELLE-CALÉDONIE
SME - BP 465
98845 NOUMÉA CEDEX
Tél. 00 687 27 01 97/023
Fax 00 687 27 23 45

POLYNÉSIE FRANÇAISE
DAT - BP 115
98713 PAPEETE CEDEX
Tél. 00 689 46 84 51/84 57
Fax 00 689 46 84 49

SAINT-PIERRE-ET-MIQUELON
DAF - BP 4244
97500 SAINT-PIERRE-ET-MIQUELON
Tél. 05 08 41 19 80/19 82
Fax 05 08 41 48 85

SERVICES CENTRAUX

ANGERS
Siège social
2, square Lafayette - BP 406
49004 ANGERS CEDEX 01
Tél. 02 41 20 41 20
Fax 02 47 87 23 50

PARIS - VANVES
27, rue Louis-Vicat
75737 PARIS CEDEX 15
Tél. 01 47 65 20 00
Fax 01 46 45 52 36

VALBONNE
500, route des Lucioles
06560 VALBONNE
Tél. 04 93 95 79 00
Fax 04 93 65 31 96

BRUXELLES
53, avenue des Arts
B-1000 BRUXELLES
Tél. 00 322 545 11 41
Fax 00 322 545 11 44